



Propuesta Metodológica para la Enseñanza de los Mecanismos de Transporte Celular a estudiantes de sexto grado

Eliana Marcela Ramos Medina

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá D.C., Colombia
2016



Propuesta Metodológica para la Enseñanza de los Mecanismos de Transporte Celular A Estudiantes De Sexto Grado

Eliana Marcela Ramos Medina

Trabajo de grado presentado para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora: **PhD Yuly Edith Sánchez Mendoza**

Grupo de Investigación:
Grupo de Biofísica Molecular
Departamento de Física – Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá D.C., Colombia
2016

Dedicatoria

A ti, mi ángel.

Agradecimientos

A la profesora **Yuly Edith Sánchez Mendoza**, por su apoyo y acompañamiento en diseño y aplicación de esta propuesta.

A todos a quienes quiero y me quieren, porque su amor es el mayor aliciente para lograr mis metas.

Resumen

El presente trabajo consiste en una propuesta para la enseñanza de los mecanismos de transporte celular pasivo: Difusión y Ósmosis, basada en el método de aprendizaje por resolución de problemas. Incluye una secuencia de actividades que se desarrollarán en 11 sesiones de trabajo y que buscan abordar los conceptos de concentración, semipermeabilidad, difusión y ósmosis para dar solución a una situación problema de tipo abierto. Las actividades incluyen el uso de elementos de bajo costo y membranas semipermeables de celulosa que ayudan a hacer evidente la diferencia entre ambos procesos. La población con la que se desarrolló la propuesta fue un grupo de niños de sexto grado con edades entre los 10 y 15 años de la IE media de Aguas Blancas, situada en el corregimiento del mismo nombre, municipio de Valledupar.

Palabras Clave: Enseñanza por resolución de problemas, Concentración, semipermeabilidad, Difusión, Ósmosis.

Abstract

This project is a proposal to teach the passive cellular transport mechanisms: diffusion and osmosis, based on the method learning by problem solving. It includes a sequence of activities to be developed in 11 working sessions that seek to approach the concepts of concentration, semi-permeability, diffusion and osmosis to solve a problem of from open type situation. Activities include the use of inexpensive items and semipermeable cellulose membranes that help make clear the difference between the two processes. The population that the proposal was developed is a group of sixth graders aged between 10 and 15 years old from IE media de Aguas Blancas, located in Aguas Blancas, near Valledupar's town hall.

Keywords: Problem -based learning, concentration, semi-permeability, diffusion, osmosis.

Contenido

Resumen.....	i
Introducción.....	1
1 Antecedentes.....	6
2 Fenómenos de Transporte en las Membranas Celulares.....	8
2.1 Modelo de mosaico fluido de la membrana celular	9
2.2 Transporte Pasivo	10
2.2.1 Difusión Simple	10
2.2.2 Difusión Facilitada	15
2.2.3 Ósmosis	16
3 Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Media.....	19
4 Metodología	28
4.1 Prueba de entrada	30
4.2 Situación problema planteado sobre los conceptos de gradiente, ósmosis y difusión: El pez de Luisa	31
4.3 Actividades tendientes a dar herramientas para resolver la situación problema planteada	33
4.3.1 El perfume en el salón	33
4.3.2 Sal coloreada en vasos con agua experimentalmente y con la visualización en un simulador computacional.....	33
4.3.3 Movimiento de sustancias a través de una membrana semipermeable	34
4.3.4 Crecimiento de Bolitas de Jardinería.....	34
4.3.5 Turgencia de vegetales.....	34
4.3.6 Cristal de sal en agua	35
4.3.7 Difusión de una gota de tinta en gelatina	35
4.3.8 Construcción de una célula con bolsas de ziploc (My father's world, 2007)	35
4.4 Actividad de cierre de la solución del problema y test de salida.....	36
4.5 Cine - foro "Nemo".....	36
5 Resultados	39

5.1	Test de entrada asociado a los mecanismos de transporte celular.	39
5.2	Acerca de la situación problema	41
5.3	Acerca de los conceptos de Concentración y Permeabilidad	42
5.4	Acerca del Concepto de Ósmosis	44
5.5	Acerca del concepto de Difusión	46
5.6	Test de salida asociado a los mecanismos de transporte celular	46
5.7	Acerca del cine foro.....	52
6	Productos, Perspectivas y Recomendaciones	54
6.1	Semana de la Biofísica	54
6.2	Actitud de los Niños y Niñas hacia las ciencias naturales y hacia la experimentación...	55
6.3	Dificultades presentadas durante la Implementación del método de aprendizaje basado en problemas y posibles soluciones	56
7	Anexos	57
7.1	Prueba diagnóstica.....	57
7.2	Guía I	61
7.3	Guía II	63
7.4	Guía III	75
7.5	Guía IV	81
7.6	Test de salida	84
8	Bibliografía.....	86

Índice de Figuras

Figura 0-1 Ubicación Aguas Blancas en Colombia Google. (s.f.). [Mapa de Aguas Blancas, Colombia en Google maps]. Recuperado el 14 de Mayo, 2016, de: https://www.google.com.co/maps/	3
Figura 0-2 Entrada principal Institución Educativa Media de Aguas Blancas, situada en Aguas Blancas, César. 2016.	3
Figura 2-1 Modelo mosaico fluido Recuperada de http://2.bp.blogspot.com/	10
Figura 2-2 Diferencia de Concentración en función de la posición. (Parisi, 2001).....	11
Figura 2-3 Esquema de una membrana celular que representa dos compartimentos y un gráfico de J en función de C (Parisi, 2001)	12
Figura 2-4 Membrana impermeable al anión A.....	15
Figura 3-1. Factores esenciales de los buenos problemas. Fuente: (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010).....	23
Figura 3-2 Diagrama de componentes del método de aprendizaje basado en Problemas: Fuente: (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010).....	24
Figura 5-4. Muestra del trabajo de los niños. Concepto de Semipermeabilidad.....	44
Figura 5-5 Representación del movimiento de las moléculas de agua. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=laZ8MtF3C6M	45
Figura 5-6. Muestra del trabajo de los niños. Concepto de ósmosis.	45
Figura 5-7. Tabla comparativa entre mecanismo de Difusión y Ósmosis realizada por un grupo de trabajo.	46
Figura 6-1. Semana de la Biofísica con estudiantes de grado sexto en la IE media de Aguas Blancas	54
Figura 7-1 Simulador Concentración	67

Índice de Tablas

Tabla 3-1. Resumen Fases del Modelo 5E	25
Tabla 3-2: Resumen contenido temático grado sexto IE media de Aguas Blancas.. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 4-1. Relación entre cada pregunta de la situación problema y su concepto asociado	32
Tabla 4-2: Resumen actividades realizadas basadas en el método de resolución de problemas para la enseñanza de los conceptos de gradiente, ósmosis y difusión...	36
Tabla 5-1: Test de actitudes hacia la ciencia	40
Tabla 5-2. Relación entre los estados de conocimiento y las preguntas del test de salida.	47
Tabla 5-3. Tabla resumen resultados test de salida	49

Introducción

La necesidad de comprender el mundo que nos rodea usando la lente de la ciencia es un referente para guiar la enseñanza de los procesos científicos en la escuela. La noción científica de membrana plasmática es de enseñanza obligatoria según el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (MEN, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, 2006) y es de extrema importancia a la hora de interpretar el funcionamiento de nuestro organismo. A partir de estas premisas, se deduce que cada concepto debe enseñarse en la escuela considerando su relevancia en la comprensión del mundo de los fenómenos que rodean al estudiante. Procesos como la circulación sanguínea, la absorción de sustancias (por ejemplo de agua y minerales en las plantas y nutrientes en el intestino delgado de los animales), la transmisión del impulso nervioso, la eliminación de desechos y otros mecanismos celulares importantes, están fundamentados en el movimiento de sustancias (iones, agua o moléculas) a través de la membrana celular. Razón por la cual esta temática es fundamental para el aprendizaje del funcionamiento de la célula y de los organismos.

El MEN a través de los estándares básicos de competencias propone el desarrollo de esta temática en los grados sexto y séptimo, grados en los cuales el estudiante debe: *“Explicar la estructura la célula y las funciones básicas de sus componentes, verificar los procesos de ósmosis y difusión y clasificar membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias”* (MEN, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas, 2006).

Sin embargo, enseñar la estructura de las membranas y de los procesos involucrados con el transporte a través de ella tiene varias dificultades, entre otras:

- El mundo atómico y subatómico no son ideas claras para los estudiantes. Consideraciones como que la materia viva no está constituida por átomos ponen de manifiesto la relación que existe entre los problemas de conceptualización biológica y el conocimiento de la química (Rodríguez, 1997). Es tanta la importancia de la comprensión del mundo microscópico, que se ha convenido en llamarlo un concepto “estructurante”, en la medida que facilita la construcción de nuevos saberes e incluso

modificar saberes anteriores según Gagliardi (Gagliardi, 1985). Estas consideraciones son válidas, tanto para poder comprender la estructura misma de la membrana celular, como para los mecanismos de transporte.

- El desconocimiento de la existencia de la célula así como la comprensión de la estructura celular y su relación con el funcionamiento de los organismos. En las investigaciones de Mengascini (2006) y Cohen y Yardel (2010), se señala que: *“la alta frecuencia de las/los estudiantes en asociar los tipos de célula, sólo desde un punto de vista funcional y no estructural; la alta recurrencia en asociar la estructura de la célula, más con el núcleo que con el citoplasma, dejando de lado las células procariotas y también, la confusión entre la estructura y función de los organelos celulares”* (Camacho, y otros, 2012, pág. 198).
- La idea del dinamismo propio de la membrana celular se constituye en un obstáculo para el aprendizaje de los mecanismos de transporte en la célula, ya que los estudiantes tienen la idea de membrana como una barrera impermeable, que aísla la célula. Hay poca claridad en cuanto a su estructura en los distintos grupos de seres vivos así como la estructura de membranas intracelulares y la membrana plasmática (Barrutia, Artacho, Díaz, Pérez, & Redondo, 2002).
- En la zona rural, donde se realizó este trabajo se evidencia escasa motivación hacia las ciencias por lo que es fundamental que las estrategias usadas para el desarrollo de las temáticas atraigan la curiosidad de niños y jóvenes.

Por lo anterior, proponer estrategias que acerquen más a los niños al funcionamiento de sus cuerpos y de lo que ocurre a su alrededor es nuestra responsabilidad como docentes, este trabajo pretende aportar en este sentido.

De otro lado, Aguas Blancas es un corregimiento del municipio de Valledupar situado a 39 km de ésta misma ciudad (Ver Figura 0-1), según censo de 2005 tiene una población de 5270 habitantes según Informe del estado de recursos naturales y del ambiente del municipio de Valledupar, elaborado por la contraloría municipal (Valledupar, 2016).

Este corregimiento en algún momento prosperó por su actividad económica principal, el cultivo del algodón, sufrió el ataque de grupos armados a mediados de 2002 y lo dejaron casi despoblado.

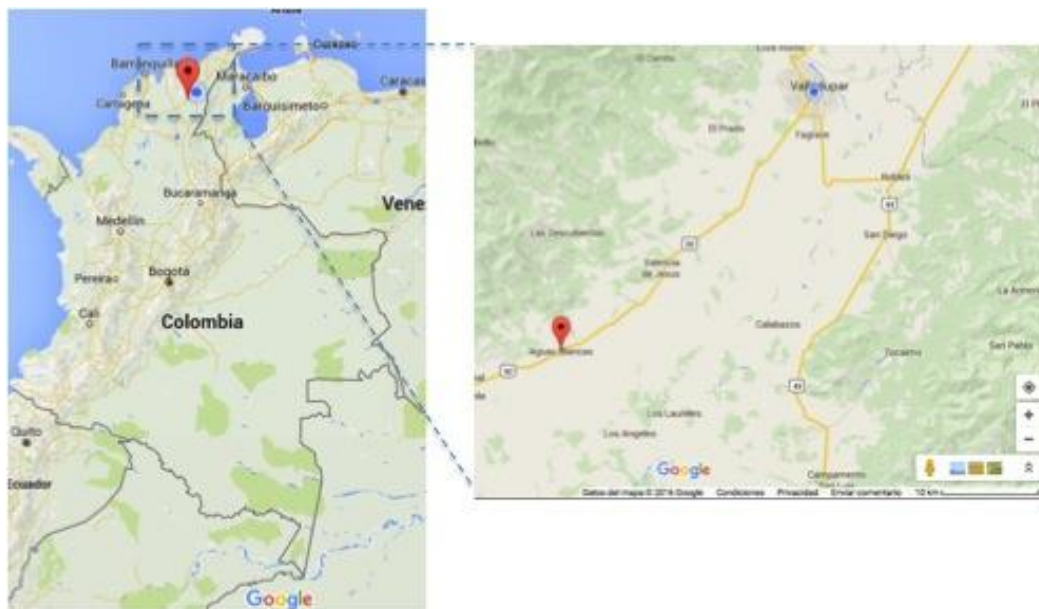


Figura 0-1 Ubicación Aguas Blancas en Colombia Google. (s.f.). [Mapa de Aguas Blancas, Colombia en Google maps]. Recuperado el 14 de Mayo, 2016, de: <https://www.google.com.co/maps/>

La única institución pública del corregimiento donde todos los estudiantes deben realizar su educación secundaria es la Institución Educativa Media de Aguas Blancas.



Figura 0-2 Entrada principal Institución Educativa Media de Aguas Blancas, situada en Aguas Blancas, César. 2016.

En la jornada de la mañana, la IE media de Aguas Blancas, cuenta con nueve salones donde existen los siguientes grupos: sexto (1 grupo), séptimo (2 grupos), octavo (2 grupos), noveno (1 grupo), décimo (2 grupos), undécimo (1 grupo), cada uno tiene en promedio de 30 estudiantes, para un total de estudiantes para la jornada de 282 en 2016.

El grado sexto donde se realizó la propuesta tiene 34 niños (22 niños y 12 niñas) con edades entre 10 y 15 años. (Figura 0-3).

El entorno social del corregimiento no propicia ambientes estimulantes para el desarrollo de hábitos de estudio ya que no existen bibliotecas públicas ni políticas de estado que lleven a que los niños desarrollen estos hábitos.

En la presente propuesta se desarrolló una investigación descriptiva y se abordaron actividades usando el método de enseñanza basado en problemas en 11 sesiones de trabajo en los que a través de la construcción de los conceptos de concentración,



Figura 0-3. Grupo de trabajo grado sexto IE media de Aguas Blancas, docente de Ciencias e invitada profesora Yuly Edith Sánchez. Mayo 2016.

semipermeabilidad, ósmosis y difusión, a través de las cuales los estudiantes lograron darle solución a una situación problema planteada: El pez de Luisa. La situación problema refiere la historia de una niña que debe viajar a otro planeta llevándose su pececito y explicarle a las autoridades de este nuevo planeta porque su pez no puede ser llevado al agua de mar y porque no puede sobrevivir fuera del agua. Con la aplicación de la propuesta además de la apropiación de los conceptos ya descritos, se potencian habilidades de los niños para formular predicciones sobre un fenómeno, realizar y registrar observaciones, extraer conclusiones y trabajar en equipo.

El presente documento está estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1: Antecedentes, *un recuento de trabajos similares en metodología y temática a enseñar*. Se referencian 3 trabajos que usan la metodología de ABP (aprendizaje en problemas) en el marco de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Naturales y 1 trabajo propuesto para el desarrollo de los mecanismos de transporte celular.

Capítulo 2: Acerca de los fenómenos de transporte en las membranas celulares, *fundamentación teórica de los mecanismos de transporte celular*. Se describen los

mecanismos de transporte celular pasivo, sus implicaciones en términos energéticos y los principios físicos que los rigen.

Capítulo 3: Enseñanza de las ciencias naturales en la educación media, *fundamentos didácticos del aprendizaje por resolución de problemas*. Se abordan el método de Aprendizaje basado en problemas en el marco de las exigencias del sistema de evaluación colombiano actual, así como sus ventajas, desventajas y los pasos para su aplicación.

Capítulo 4: Metodología, *descripción de las sesiones de trabajo*. Se describe en detalle los pasos seguidos durante el desarrollo de la propuesta, la situación problema planteada, las actividades diseñadas o adaptadas para conseguir desarrollar los conceptos requeridos en la solución del problema, las características del test de salida y el cine foro.

Capítulo 5: Productos, perspectivas y recomendaciones, *conclusiones y alcances de la propuesta*. Plantea un análisis de los logros de la propuesta, así como de los ajustes metodológicos y conceptuales que se detectaron como aspectos a mejorar.

Capítulo 6: Anexos, *guías de trabajo diseñadas*. Donde se abordaron los conceptos de concentración, semipermeabilidad, ósmosis y difusión, conceptos requeridos para la solución de la situación problema, abordados mediante el modelo 5E (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar).

1 Antecedentes

Entre los trabajos que exploran el Método de Aprendizaje Basado en Problemas en Biología (ABP), en el marco de la Maestría en la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, es importante resaltar los siguientes trabajos cuyo eje es dicho método:

El trabajo: “*Resolución de situaciones problema en genética, como estrategia para aumentar los niveles de comprensión en educación básica secundaria*”, (Narváez, 2015), plantea situaciones problema para enseñar los conceptos básicos de genética como: cromosomas, gen, alelos, organismos homocigotos, heterocigotos, fenotipo y genotipo. Los problemas planteados son alternativos al clásico cuadro de Punnett, diagrama que permite considerar todas las combinaciones posibles de gametos, usado en la enseñanza de la genética que no necesariamente contribuye al aprendizaje de la genética. El trabajo fue desarrollado con estudiantes de grado noveno (9) de la IE Luz Haydee Guerrero Molina, municipio de Santiago de Cali (Valle, Colombia). El trabajo: “*Diseño de una propuesta didáctica utilizando el ABP como estrategia de enseñanza de la circulación sanguínea en el ser humano en estudiantes de sexto grado*”, (Lorduy, 2015) que fusiona el Método de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) con el uso de TIC en la enseñanza de un tema tan importante como la circulación y el desarrollo de hábitos saludables en los niños.

Una de las virtudes del método de aprendizaje basado en problemas es que potencia las habilidades comunicativas, que se exploran en el trabajo: “*Escuchar, hablar, escribir y leer ciencias naturales utilizando competencias lingüísticas a través del aprendizaje basado en problemas*” (Herrán, 2014) en el que se resalta la necesidad de desarrollar en todas las áreas de enseñanza obligatoria las competencias para interpretar, argumentar y proponer con el “pretexto” de analizar una situación problema presentada durante la clase. Este trabajo incluye dos estrategias metodológicas institucionales “Lector cordobita” y “El trabajo en grupos nucleares” que van enfocadas a desarrollar las competencias básicas del lenguaje y el aprendizaje colaborativo y cooperativo. A través de la presentación de lecturas científicas y el método de aprendizaje basado en problemas, se logra atraer a los estudiantes a la lectura mientras adquieren conocimiento científico y desarrollar sus habilidades metacognitivas. La estrategia fue

desarrollada con estudiantes de grado Octavo (8) de la IE José María Córdoba de Yumbo, Valle del Cauca.

En la revisión de trabajos realizada no se encontraron trabajos de la enseñanza de los mecanismos de transporte celular con el método de aprendizaje basado en problemas, en la maestría.

En la revisión de trabajos que involucran la enseñanza de los mecanismos de transporte celular es interesante referenciar el siguiente trabajo: *Semipermeable Membranes, Diffusion, and Osmosis Inquiry: Effective Modeling in a High School Classroom*, (Patel, 2012), presentado por el autor para obtener el título de the Degree Bachelor of Sciences with Honors College Graduate Distinction at Western Kentucky University. Este trabajo desarrolla los conceptos de semipermeabilidad, difusión, ósmosis y aplicaciones celulares, usando la investigación guiada y el método de aprendizaje basado en proyectos. Incluye la realización de las siguientes actividades: instrucción, prácticas de laboratorio, investigación y presentaciones de los estudiantes de temas relacionados con los conceptos estudiados. Todas las actividades se articulan en torno a un gran desafío que se refiere a una situación en la que un hombre muere debido al consumo de agua salada, mientras que algunos peces pueden desarrollarse en este medio. La explicación que subyace a esta situación es el conocimiento profundo de los mecanismos de transporte celular. El trabajo fue desarrollado con estudiantes de 9 y 10 grado de South Warren High School, Bowling Green, Kentucky.

2 Fenómenos de Transporte en las Membranas Celulares

El hombre puede considerarse un sistema termodinámico estacionario, dado que existe un mantenimiento de parámetros como pH, temperatura, contenido de sustancias extracelulares, etc., a pesar de realizar un intercambio de materia y energía con el medio, es capaz de transformar la energía de los alimentos en energía para su funcionamiento. El mantenimiento de este estado termodinámico requiere inversión de esa energía. La función de estado que permite explicar todas las transformaciones que ocurren en el organismo humano es la **energía libre**, que se simboliza con la letra G, los procesos que ocurren de manera espontánea están asociados a la disminución de esta energía libre.

$$G = H - TS \quad \text{Ecuación 2-1}$$

El hombre, está formado por células, las cuales presentan compartimentos, separados por membranas, que son las que regulan mediante señales de tipo químico, eléctrico y mecánico, el funcionamiento de las células. Es posible hacer una distinción entre el medio intracelular (IC) y el medio extracelular (EC). Existe un flujo de materia y energía entre estos medios mediado por gradientes: químicos, eléctricos, electroquímicos, y osmóticos. Son este tipo de gradientes los que dan origen a mecanismos de transporte como la difusión y la ósmosis.

Los compartimentos están mayoritariamente compuestos de agua, pero también están presentes diferentes clases de solutos formando soluciones. La cantidad de estos solutos a ambos lados de la membrana, no es la misma, es decir su concentración en el medio IC no es el mismo que en el medio EC. Para explicar la naturaleza de esta diferencia es esencial considerar la naturaleza de las membranas que separan ambos medios.

La solución del citoplasma, abundante en iones es muy buena conductora eléctrica, es decir se necesita realizar muy poco trabajo para mover un ión de un lugar a otro; pero al considerar el paso de iones a través de la membrana celular, que es por el contrario un aislante, se necesita realizar mucho trabajo para lograrlo.

Consideremos las siguientes situaciones que ejemplifican importantes mecanismos de transporte celular:

- Recipiente con agua al que se le adiciona glucosa.
- Oxígeno pasando a través de las membranas pulmonares.
- Paso de glucosa a través del intestino delgado.
- KCl separado por una membrana.
- Movimiento de agua a través de una membrana.

2.1 Modelo de mosaico fluido de la membrana celular

El surgimiento del sistema de membranas es un elemento importante a la hora de considerar la evolución de las células eucariotas, al constituirse en la estructura a partir de la cual pueden formarse compartimentos que pueden cumplir funciones específicas dentro de las células.” *Without membranes, life as we know it would likely not exist*” (Eichman, 1999).

El estudio de la membrana plasmática comenzó mucho antes que pudiera ser observada, en principio se realizó el estudio de la interacción entre los lípidos y el agua, para entonces definir qué elementos hacían parte de la membrana, es decir su estructura, para luego definir los aspectos dinámicos de la membrana.

Las fases de estudio de la membrana plasmática podrían resumirse de la siguiente manera (Joglar, Quintanilla, Ranaval, & Brunstein, 2011):

1. Fase de estudios del comportamiento de los lípidos en el agua.
2. Fase de desarrollo de las características estructurales estáticas de la membrana.
3. Fase del desarrollo de los aspectos dinámicos de la membrana plasmática

El primer modelo de membrana aceptado por los científicos, fue el modelo sándwich propuesto por Danielli & Davson en 1935, luego, el modelo de unidad de membrana propuesto por Robertson en 1957. En 1970, este modelo fue reemplazado por el modelo actual de membrana, conocido como modelo de mosaico fluido, propuesto por Singer y Nicholson (Eichman, 1999).

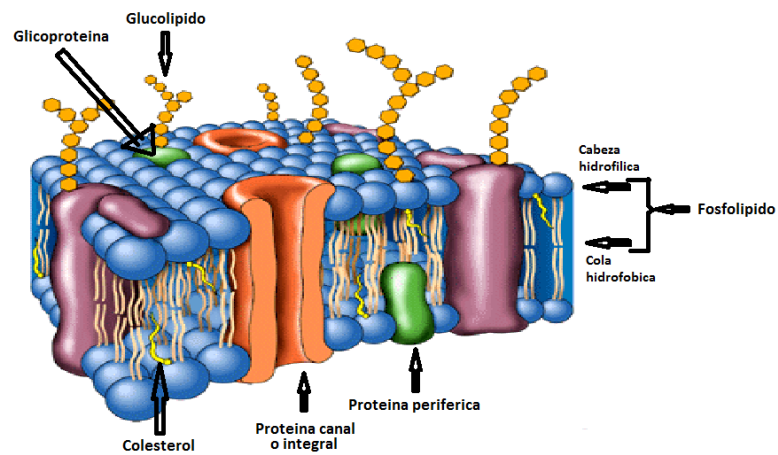


Figura 2-1 Modelo mosaico fluido Recuperada de <http://2.bp.blogspot.com/>

Según este modelo que se muestra en la Figura 2-1, "las distintas proteínas que conforman la membrana, "flotan", en la bicapa fosfolipídica, que sirve como un "lago" lipídico" (Purves, Sadava, & Gordon, 2003, pág. 79) .

El 50% de la masa de las membranas son lípidos, la mayoría fosfolípidos, aunque también están presentes glucolípidos y esteroides. Los fosfolípidos tienen regiones hidrofílicas e hidrofóbicas. Esta naturaleza (anfipática) le confiere a la membrana una organización característica. Las cabezas se orientan hacia el líquido extracelular y citoplasma, las colas, se orientan hacia sus homólogas, al ser repelidas por el agua, de esta manera forman una bicapa entre dos ambientes acuosos, constituyéndose en una barrera relativamente impermeable a compuestos solubles en agua: Iones inorgánicos y moléculas polares (Fanjul & Hiriart, 2008). Las proteínas que hacen parte de la membrana también tienen naturaleza anfipática, la cantidad de ellas presente en las membranas varía según la función de la membrana. Existen dos tipos de proteínas de membrana: las proteínas integrales y las proteínas periféricas.

Las membranas también contienen tienen carbohidratos, que representan más o menos entre el 2% y el 10% de la membrana.

2.2 Transporte Pasivo

2.2.1 Difusión Simple

Una definición conceptual de gradiente es, "la variación de una magnitud en función de la distancia" (Parisi, 2001). Un gradiente químico es la variación de la concentración de una sustancia en dos puntos de un sistema o entre dos soluciones separadas por una

membrana. Tal como ocurre el recipiente al que se le ha agregado glucosa y al fenómeno que ocurre en las membranas pulmonares, el transporte de oxígeno, ambos solutos no electrolitos.

Cuando entre dos puntos existe diferencia de concentración esta tiende a disiparse y a este fenómeno se le conoce como **Difusión**. La tendencia que impulsa el movimiento de las partículas es la agitación térmica asociada a dicha diferencia de concentraciones y el potencial químico que esta diferencia genera establece la energía disponible para realizar trabajo químico.

A la cantidad de partículas que atraviesan la membrana por unidad de tiempo se le conoce como flujo de partículas. El movimiento de moléculas de oxígeno del medio extracelular al intracelular, es más probable dado que es en el medio extracelular donde hay mayor concentración de oxígeno y a esto se conoce como **flujo neto de difusión**. La difusión seguirá dándose aunque no exista diferencia de concentraciones en ambos compartimentos, más no así el flujo neto de difusión.

Para la glucosa en agua, el movimiento de las moléculas, es decir, el flujo de moléculas, ocurre de manera espontánea y azarosa, usando como fuerza impulsora la agitación térmica.

En ambos casos la tasa de difusión del soluto puede explicarse mediante la ley de Fick

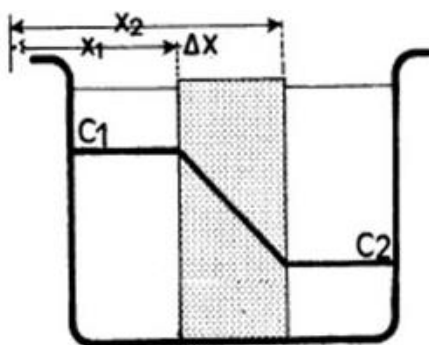


Figura 2-2 Diferencia de Concentración en función de la posición. (Parisi, 2001)

La Figura 2-2 representa un gradiente de concentración, dado que muestra la relación entre la diferencia de concentración de dos puntos en función de la distancia Δx que los separa:

“el flujo neto de difusión (J) es directamente proporcional a la diferencia de concentración del soluto (ΔC) e inversamente proporcional a la distancia que separa los dos puntos en los cuales se midió la concentración.” (Parisi, 2001). Esto indica que de no existir membranas, el movimiento de partículas depende de estos factores: diferencia de concentración y distancia entre los puntos. Tal como lo representa la siguiente ecuación:

$$J = \frac{D.A.\Delta C}{\Delta x} \quad \text{Ecuación 2-2}$$

D representa el coeficiente de difusión, característico de lo que se difunde y el medio en que lo hace, A es el área que atraviesa, ΔC diferencia de concentración entre los puntos y ΔX distancia que separa los puntos en los cuales se midió la concentración de soluto.

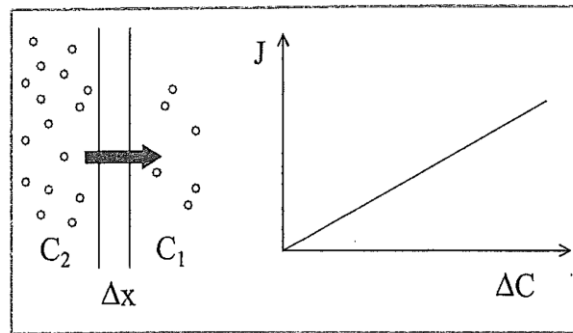


Figura 2-3 Esquema de una membrana celular que representa dos compartimentos y un gráfico de J en función de C (Parisi, 2001)

El caso de la difusión considerando la existencia de una membrana es necesario incluir en la ecuación el coeficiente de difusión de la especie que se difunde en la membrana D_m y el espesor de la membrana ΔX . La relación entre dos valores que se consideran fijos, se conoce como coeficiente de permeabilidad. Suponiendo que la membrana es homogénea y el gradiente de concentración es constante entre la superficie de la membrana, la ecuación quedaría:

$$J = \frac{D_m . A . \Delta C}{\Delta X}$$

La **permeabilidad de una membrana** representa el flujo de difusión a través de membranas, el cual está determinado por el gradiente de concentración y la permeabilidad de la membrana. “La permeabilidad de una membrana es la tasa a la que

una sustancia penetra en la membrana pasivamente en condiciones específicas” (Fanjul & Hiriart, 2008), por tanto a mayor permeabilidad el flujo será mayor.

El flujo de soluto puede producirse en una sola dirección como lo indica la Figura 2-3, pero también es necesario considerar que existe cierto desplazamiento del soluto en dirección contraria, cuando la concentración se iguala el flujo neto es igual a cero.

La facilidad para cruzar la membrana para solutos no electrolitos como los considerados, depende de su estructura, de su peso molecular y de su coeficiente de partición lípido-agua (es decir, solubilidad en una interfase aceite-agua):

“Las moléculas de soluto que se difunden al interior celular pasan de una fase acuosa (el medio extracelular) a una lipídica, representada por la membrana, para después abandonarla e introducirse en el citoplasma acuoso. La facilidad de un soluto para cruzar de una fase a otra depende de su solubilidad lípido- agua. Una molécula que pasa de una fase acuosa a una lipídica rompe sus enlaces de hidrógeno con el agua, lo cual requiere energía cinética. Las moléculas con menor número de enlaces de hidrógeno con el agua penetrarán más fácilmente en la bicapa lipídica ya que son más liposolubles, mientras que las moléculas que establecen mayor número de enlaces de hidrógeno con el agua tienen menor probabilidad de adentrarse en la membrana y por tanto son menos liposolubles”.
(Fanjul & Hiriart, 2008)

Un gradiente electroquímico, es el responsable de la difusión de sustancias que a diferencia de las ya mencionadas, glucosa y oxígeno, son electrolitos. Tal es el caso del KCl que en solución se disocia como K^+ y Cl^- , cada ión se moverá intentando disipar el gradiente de concentración y paralelamente a zonas donde el potencial eléctrico¹ sea opuesto a su propia carga, hay entonces una combinación de fuerzas químicas y eléctricas actuando sobre el ión, de lo que se deduce que la distribución de los mismos es distinta a ambos lados de la membrana.

¹ Potencial eléctrico se define como la energía asociada a la presencia de un gradiente eléctrico disponible para realizar un trabajo, por lo tanto diferencia de potencial es la energía o trabajo que es necesario realizar para transportar una carga de un punto a otro.

El ión K^+ , está más concentrado en el espacio intracelular que en el extracelular, por lo que el voltaje interno negativo tiende a retenerlo en la célula, pero la diferencia de concentración entre el medio IC y el EC lo impulsa hacia afuera. Para impedir el flujo del ión K^+ , se necesita que la diferencia de potencial contrarreste el gradiente de concentración, ese potencial se llama **potencial de equilibrio del ión** y se calcula mediante la ecuación de Nerst.

La ecuación de Nerst:

"... permite calcular el potencial que se debe aplicar para que no haya flujo neto de iones en presencia de un gradiente químico, por tanto es el potencial eléctrico que se necesita para contrarrestar la tendencia difusional del ión por gradiente químico. Si el valor de potencial observado para un ión no coincide con el calculado para la ecuación de Nerst, el ión considerado no estará en equilibrio electroquímico". (Parisi, 2001)

Para definir la ecuación de Nerst se asume que la membrana solo es permeable a uno de los iones, lo que no ocurre en el caso del KCl, pues la membrana es igual de permeable a ambos iones (excepto en reposo que es más permeable a K^+). Pero puede ocurrir también que existan partículas cargadas que no puedan atravesar la membrana (ion A^- en Figura 2-4). Este hecho produce la aparición de un potencial eléctrico (potencial de equilibrio de Donnan) y se explica mediante la relación de Donnan.

Supongamos lo siguiente:

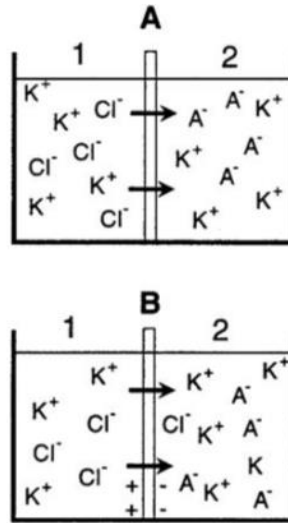


Figura 2-4 Membrana impermeable al anión A

Lo que ocurrirá es que a pesar de la presencia de un ión no difusible, los iones K⁺ y Cl⁻, se distribuirán de acuerdo a esta nueva condición, a pesar que en el momento A, la concentración de K⁺ en el compartimento 2 es mayor al ser retenidos por las cargas negativas de los aniones A, mientras en el compartimento 1, se mantiene la electroneutralidad (iguales cargas negativas que positivas). En el momento B, hay movimiento de Cl⁻ debido al gradiente eléctrico producido por la carga negativa del ión A.

“la presencia de un ión no difusible genera una asimetría en la distribución de los iones difusibles, lo que a su vez induce la aparición de un potencial eléctrico”. (Parisi, 2001)

La ecuación de Donnan indica que el estado estacionario donde, “la distribución del catión a los dos lados de la membrana es recíproca a la distribución del anión” (Fanjul & Hiriart, 2008), y es como sigue:

$$\frac{K_1^+}{K_2^+} = \frac{Cl_2^-}{Cl_1^-}$$

2.2.2 Difusión Facilitada

Existen casos donde el paso de moléculas que no son permeables a la membrana es mediado por acciones de proteínas membranales llamadas transportadoras o acarreadores.

Dado que la permeabilidad iónica de la membrana es baja, son precisamente iones como Na⁺, K⁺, H⁺, Ca⁺², la glucosa, los aminoácidos y el agua los que utilizan este mecanismo

para moverse a través de la membrana. El soluto que se va transportar forma un complejo con la proteína lo que ocasiona un cambio temporal en su estructura que facilita su paso al otro lado de la membrana. La especificidad puede considerarse una de las características a resaltar de los acarreadores, hay por ejemplo acarreadores específicos de iones.

2.2.3 Ósmosis

Consideremos la situación e, se tiene dos compartimentos separados por una membrana, en uno está una solución de sacarosa al 1M (compartimento 1) y en el otro agua pura (compartimento 2), la membrana por la que están separados es una membrana permeable solo al agua, es decir semipermeable u osmótica. En este caso el agua tiende a moverse hacia la región de mayor concentración de soluto, es decir hacia la solución de sacarosa. Este movimiento genera una presión en el compartimento 1, que se denomina presión osmótica (π), es la diferencia en esa propiedad coligativa lo que “provoca” el movimiento de agua. Al movimiento de agua de un compartimento a otro, se le llama flujo osmótico. En un sistema cerrado el paso de agua podría ser detenido por la presión hidrostática aplicado al compartimento 1, el más concentrado.

“La presión osmótica es entonces la presión necesaria para impedir el flujo neto de agua del compartimento que contiene la solución de menor concentración de soluto impermeable, al compartimento con la solución de mayor concentración de soluto, cuando éstas están separadas por una membrana semipermeable”.

(Fanjul & Hiriart, 2008)

La presión osmótica al ser una propiedad coligativa (como el punto de ebullición, el punto de congelación y la presión de vapor, depende del número de partículas disueltas en una solución, y se incrementa precisamente cuando se incrementan este número, aunque también se incrementa con la temperatura.

La presión osmótica se define mediante la ecuación de van't Hoff:

$$\pi = RTn/V \quad \text{ó} \quad \pi = RT\Delta Cs$$

n es igual al número de moles de soluto.

R es la constante universal de los gases ($0.082 \text{ L atm} / ^\circ\text{K mol}$)²

T es la temperatura absoluta en grados K

V es el volumen en L y ΔC_s diferencia de concentración del soluto en los dos compartimentos.

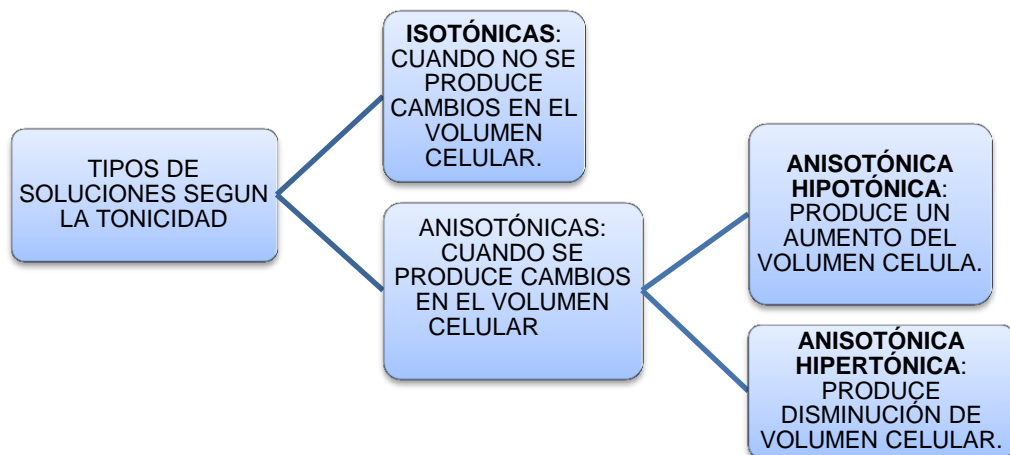
Algunas soluciones alejan de lo predicho por la solución de van't Hoff, debido al hecho que no todas las partículas del soluto están libres en la solución, en estos casos se introduce un factor de corrección que se llama Coeficiente Osmótico. Ocurre también que no todas las membranas son semipermeables sino que son selectivamente permeables, en estos casos la presión osmótica también se aleja de lo predicho, en este caso la permeabilidad de la membrana se expresa como el coeficiente de reflexión, que es la permeabilidad relativa al soluto:

$$\sigma = 1 - P_{\text{solute}}/P_{\text{agua}}$$

“si una membrana tiene un coeficiente de reflexión de 1 indica que la membrana es totalmente impermeable al soluto mientras que un coeficiente de reflexión 0 indica que la membrana es igualmente permeable al soluto que al agua” (Fanjul & Hiriart, 2008)

Comportamiento osmométrico de las células animales

Debido al movimiento de agua de un compartimento a otro se produce un cambio en el volumen celular, resultado de la diferencia de concentración entre ambos, a esto se le conoce como tonicidad.



El volumen de una célula es inversamente proporcional a la concentración de solutos en el medio EC. La membrana es más o menos permeable dependiendo del soluto y muy permeable al agua. Cuando la cantidad de solutos en el medio EC es mayor, es decir cuando existe mayor presión osmótica, el agua tiende a salir de la célula, por el contrario cuando la cantidad de solutos es menor, la presión osmótica es menor, el agua tiende a entrar a la célula. En el primer caso, la célula se encoge, en el segundo ésta se hincha. Para que exista movimiento de agua debe existir una diferencia en la presión osmótica o en la presión hidrostática entre los medios IC y EC.

“Existen 3 reglas generales que ayudan a predecir los cambios de volumen de una célula:

- 1. En el estado estacionario el volumen de una célula está determinado sólo por la concentración de iones impermeables al medio extracelular.*
- 2. Las partículas permeables solo producen cambios transitorios en el volumen celular.*
- 3. Los cambios de volumen son más rápidos entre más permeable sea el soluto.” (Fanjul & Hiriart, 2008)*

3 Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Media

La enseñanza de las ciencias, de carácter obligatorio en las escuelas y colegios colombianos, pretende facilitarles a los estudiantes no solo la interpretación científica del mundo que lo rodea sino también su transformación, a través de la adquisición de una posición crítica y éticamente responsable frente a la relación sociedad-ciencia-tecnología. Tradicionalmente ha estado enfocada a la repetición de conceptos, pero desde el surgimiento de las corrientes constructivistas, el aprendizaje de la ciencia en la escuela debe parecerse más al quehacer de un científico, de manera que el estudiante pueda ver a la ciencia como una manera de conocer el mundo de fenómenos que lo rodean.

La legislación colombiana en materia de educación, reconoce esta realidad, es así como el ICFES ha definido en su Fundamentación conceptual para el área de Ciencias Naturales que el estudiante debe desarrollar competencias tales como:

- *Identificar. Capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos.*
- *Indagar. Capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas.*
- *Explicar. Capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos.*
- *Comunicar. Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento.*
- *Trabajar en equipo. Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos.*
- *Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento.*
- *Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente. (Icfes, 2007).*

En las tres primeras competencias resaltadas aquí, que se fundamenta el proceso evaluativo, diseñado y aplicado por este mismo organismo, en el área de Ciencias naturales. Al definir la estructura de la prueba, se encuentra lo siguiente:

“El trabajo en ciencias naturales puede caracterizarse como un esfuerzo sistemático por contestar preguntas y por resolver problemas relacionados con la comprensión de los fenómenos de la naturaleza”. (Icfes, 2007); “Distintas propuestas pedagógicas que incorporan los resultados de la investigación reconocen que el aprendizaje de las ciencias debe realizarse alrededor del planteamiento, discusión y resolución de problemas”. (Icfes, 2007).

Para el año 2015, año en que el Icfes empieza la aplicación de la prueba SABER, en los grados séptimo, en su video divulgativo sobre lo que se evalúa en la prueba, dice que la prueba reconoce:

“La capacidad de los estudiantes para valorar los hechos y la calidad de las evidencias que permiten interpretar y abordar una situación problema rigurosamente, formular preguntas y formular problemas válidos, construir distintas alternativas de solución o formas de actuar frente a una situación problema y seleccionar con racionalidad la más adecuada”. (ICFES, Saber 3º, 5º, 7º y 9º - Conoce lo que se evalúa en Ciencias Naturales, 2015)

En los textos citados, la referencia al término problema y situación problema es constante, como estratégica metodológica y de evaluación en el área de Ciencias Naturales.

En la enseñanza de la biología, el uso de los problemas como estrategia para potenciar el desarrollo de las habilidades científicas en los niños es evidente; de allí que su aplicación y por lo tanto su diseño requiera una intencionalidad pedagógica clara que acompañe y ayude a cumplir la misión de la escuela de funcionar como puente entre los conocimientos cotidianos y el saber científico que progresivamente deben desarrollar los niños durante su vida escolar. Resolver un problema puede constituirse en la medida inequívoca de la apropiación de un concepto.

Convendría entonces definir estos términos en el marco del desarrollo de esta propuesta para la enseñanza de los mecanismos de transporte celular basado precisamente en el método de aprendizaje basado en problemas:

Un problema es: *“El «problema» podría ser definido genéricamente como cualquier situación prevista o espontánea que produce, por un lado, un cierto grado de incertidumbre y, por el otro, una conducta tendente a la búsqueda de su solución”*. (Perales, La revisión de problemas: Una revisión estructurada, 1993).

Perales propone una clasificación de los problemas atendiendo a varios criterios (Perales, La revisión de problemas: Una revisión estructurada, 1993): campo de conocimiento implicado, tipo de tarea, naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución de problemas.

En cuanto al campo de conocimiento se distinguen entre problemas semánticamente ricos y problemas que se centran en la estrategia de solución. De acuerdo al tipo de tareas, existen problemas cualitativos y cuantitativos, si se hace uso o no de determinaciones numéricas. Según la naturaleza del enunciado y las características del proceso de resolución de problemas, los problemas se clasifican en cerrados, si su solución se remite al uso de un algoritmo y abiertos son aquellos en los que se necesita que el solucionador plantee las estrategias para resolver el problema. (Perales, La revisión de problemas: Una revisión estructurada, 1993).

Los problemas se enmarcan dentro de situaciones problema, *“Es decir la situación problema es el contexto, ya sea conceptual, social, cultural, económico, etc., en la cual se presenta un problema que se hace necesario resolver, por lo tanto el problema se plantea o se abstrae de la situación problema”* (Polanco, Biblioteca digital Univalle, 2011). Al hacer una revisión de los modelos más relevantes en la didáctica de las Ciencias se puede encontrar en cada uno una alusión distinta del concepto de problema:

Modelo por transmisión- recepción, enseñanza tradicional, en este modelo los problemas son considerados principalmente cerrados y cuantitativos, se prioriza el resultado antes que el proceso de resolución, el uso de algoritmos matemáticos, existen problemas modelo cuya resolución facilita la de todos los demás.

En el *modelo por descubrimiento*, los problemas facilitan el razonamiento y se prioriza el método de resolución más que el resultado obtenido, el problema tiene un carácter práctico y creativo, el resultado obtenido es en sí un descubrimiento.

En el *Constructivismo*, los problemas son vistos como una estrategia para facilitar el cambio conceptual, el enunciado del problema así como su resolución deben estar

conectados con el entorno del estudiante, de tal manera que pueda haber una articulación con sus ideas previas, ajustándolas y transfiriéndolas a nuevos contextos.

En el *modelo por investigación*, la enseñanza de la ciencia gira en torno a la resolución de problemas, y es una herramienta fundamental para el cambio conceptual y la adquisición de actitudes propias de la investigación. (Perales, Researchgate, 2010).

El método de aprendizaje basado en problemas (ABP), que se nutre de los aportes del constructivismo, tiene como precursor el método de estudio de casos de la escuela de leyes de Harvard y el aprendizaje por descubrimiento de J. Bruner. Tiene sus primeras aplicaciones en las escuelas de medicina de Estados Unidos y Canadá. En principio esta metodología se desarrolló con el objeto de mejorar la calidad de la educación médica, enfrentando al futuro profesional a situaciones que podría enfrentar en el ejercicio de su labor profesional. Algunos autores consideran que el ABP, tiene su origen en el método dialéctico de Sócrates, la dialéctica Hegeliana y las propuestas pedagógicas de Jhon Dewey. (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010).

El *método de aprendizaje basado en problemas* es entonces un método de enseñanza situada en el que el aprendizaje se da mientras los estudiantes reunidos en grupos entran en contacto con una situación (situación problema) con cuya solución no están familiarizados, lo que les permite reflexionar sobre su propio aprendizaje mientras diseñan estrategias para hallar su solución. El docente en la estrategia no es más que un simple facilitador del proceso. La intención pedagógica de cada una de las actividades y por tanto de los conocimientos que se enseñan debe estar íntimamente relacionados con la solución del problema. En la Figura 3-1, se resume los elementos que debe incluir un buen problema para que cumpla con su función primaria, motivar el aprendizaje de conceptos que subyacen a su solución.

El desarrollo de la estrategia de enseñanza por resolución de problemas involucra 3 grandes pasos:

- ✓ Confrontar el problema.
- ✓ Realizar estudio independiente.
- ✓ Regresar al problema.



Figura 3-1. Factores esenciales de los buenos problemas. **Fuente:** (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010)

Estos tres grandes pasos pueden abordarse con el método de siete pasos que incluye:

- I. Clarificación de conceptos: A través de una lectura juiciosa del problema, los estudiantes identifican los conceptos involucrados en su resolución, es decir, hacen una lectura del escenario del problema.
- II. Definición del problema: Se fórmula un problema en concreto usando términos claros para el grupo.
- III. Análisis del problema (lluvia de ideas): El grupo da sus ideas sobre cómo resolver el problema.
- IV. Análisis del problema (Clasificación sistemática): Las ideas generadas en el paso anterior son analizadas y se generan relaciones entre ellas con el objeto de establecer su pertinencia para la solución del problema.
- V. Formulación de objetivos de aprendizaje: En este paso los estudiantes “marcan” la dirección en la que deben ir en términos de lo que deben aprender para resolver el problema.
- VI. Autoestudio: Búsqueda y selección de información para resolver el problema.
- VII. Discusión: Los estudiantes presentan la solución al problema, se discuten los conceptos que no son claros. El estudiante debe reconocer los conceptos que ha aprendido con aquello que definió como un objetivo de aprendizaje. (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010)

En la Figura 3-2, se relacionan los 3 pasos grandes pasos descritos arriba con el modelo de 7 pasos. La evaluación permite hacer un análisis en lo que respecta al aspecto metodológico, al trabajo en sí y al cumplimiento de los roles dentro de cada grupo.

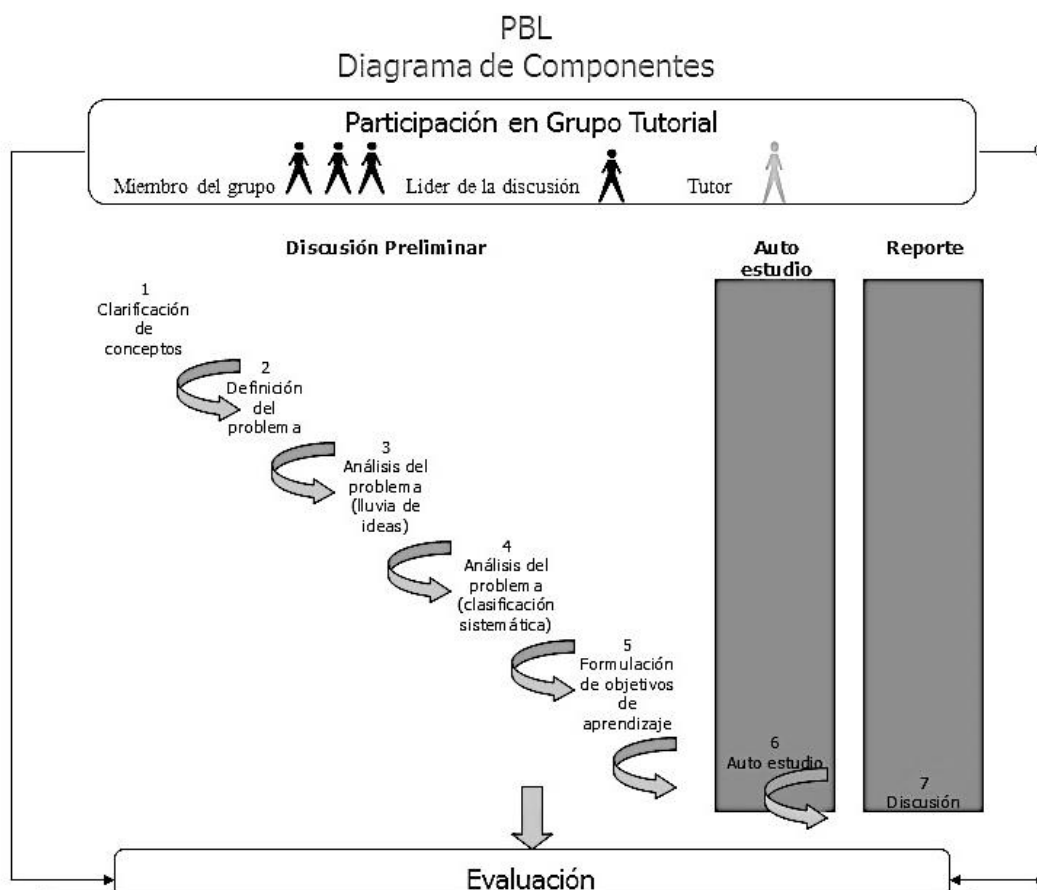


Figura 3-2 Diagrama de componentes del método de aprendizaje basado en Problemas: **Fuente: (Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey, 2010)**

El método de aprendizaje basado en problemas presenta ventajas evidentes en lo que respecta al desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes lo cual tiene especial relevancia porque es de un contexto que éstas se abordan, la motivación que ello induce favorece la retención de información dado que es más significativa. El trabajo con pares favorece todas las actitudes que permite enfrentar la solución de un problema como equipo, lo cual también en algún punto podría considerarse como un obstáculo para la aplicación del método. Este mismo factor puede generar apatía en algunos estudiantes y un ritmo de avance lento en el desarrollo de las temáticas.

La propuesta aborda la enseñanza de los mecanismos de transporte celular mediante el método de aprendizaje basado en problemas en el grado sexto, en el que según los estándares básicos de competencias, el estudiante al finalizar el grado séptimo debe: Verificar y explicar los procesos de ósmosis y difusión (MEN, Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas., 2006).




En la IE media de Aguas blancas donde se desarrolló la propuesta, la temática de mecanismos de transporte celular se enmarca en el estudio de la estructura y funcionamiento celular. (Ver Tabla 3-2)

La propuesta también incluye en el desarrollo de los conceptos elementos de la investigación guiada, otra estrategia que busca acercar a los niños al proceder científico. La realización de experimentos es guiada por el docente quien explicita en guías de trabajo los objetivos de aprendizaje. La razón de incluir estas actividades en la propuesta es facilitar el camino a la solución del problema planteado, dada la corta edad de los estudiantes en las que el desarrollo de las habilidades investigativas es incipiente.

En el diseño de las guías se utiliza el modelo 5E: enganchar, explorar, explicar, elaborar, evaluar. Este modelo fue desarrollado por el equipo de la Biological Science Curriculum Study Center (BSCS) y es aplicado desde los años 80 en escuelas y colegios de Estados Unidos.

Tabla 3-1. Resumen Fases del Modelo 5E

Fase	Identificación en la guía de trabajo	Resumen
Enganchar		El docente realiza un diagnóstico de las ideas previas de los estudiantes a la vez que los ayuda a conectarse con el nuevo concepto. Busca despertar el interés y la motivación. Las actividades deben ser cortas que promuevan la curiosidad y susciten el conocimiento previo.
Explorar		Los estudiantes trabajan colaborativamente en actividades experimentales comunes que facilitan el cambio conceptual.

Explicar		Los estudiantes demuestran su comprensión conceptual a través de explicaciones y/o representaciones ante sus pares. Junto con el profesor construyen explicaciones más claras y completas. De las explicaciones de los niños se pasa a explicaciones científicas relevantes.
Elaborar		Los maestros desafían y amplían la comprensión y las habilidades conceptuales de los alumnos. A través de nuevas experiencias, los estudiantes desarrollan más amplio y profundo comprensión, más información y las habilidades adecuadas. Los estudiantes aplican su comprensión del concepto mediante la realización de actividades adicionales.
Evaluar		La fase de evaluación estimula a los estudiantes para evaluar su comprensión y habilidades y proporciona oportunidades para que los maestros evalúen el progreso del estudiante hacia el logro de los objetivos educativos.

Fuente: (BSCS, 2006)

Tabla 3-2: Resumen contenido temático grado sexto IE media de Aguas Blancas

GRADO:	SEXTO				
COMPONENTE	PERÍODO 1	PERÍODO 2	PERÍODO 3	PERÍODO 4	ESTÁNDARES
Entorno vivo		<p>Origen y organización de los seres vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Características de los seres vivos Aparición y desarrollo de la vida en la Tierra Estructura y funcionamiento celular Niveles de organización biológica 	<p>Clasificación de los seres vivos</p> <ul style="list-style-type: none"> Criterios de clasificación. Categorías taxonómicas Dominio Bacteria y Archaea Dominio Eukarya Características y clasificación de protistas, hongos, plantas y animales. 	<p>Interacción en los ecosistemas acuáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Niveles de organización ecológica Estructura y funcionamiento de un ecosistema Uso, conservación e importancia del agua ecosistemas acuáticos Contaminación del agua. 	<p>Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas.</p>

Enseñanza de la Ciencias Naturales en Educación Media

Entorno físico	<p>Ciencia y Método Científico.</p> <p>Materia y energía I</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materia y sus propiedades • Estados de la materia • Elementos, compuestos y mezclas • Métodos de separación • organización de los elementos químicos • Energía y movimiento 				<p>Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.</p>
Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS)	<p>Identifico aplicaciones de diversos métodos de separación de mezclas en procesos industriales</p>	<p>Establezco relaciones entre transmisión de enfermedades y medidas de prevención y control</p>	<p>Indago acerca del uso industrial de microorganismos que habitan en ambientes extremos</p>	<p>Justifico la importancia del recurso hídrico en el surgimiento y desarrollo de comunidades humanas</p>	<p>Evalúo el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en desarrollos tecnológicos y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos.</p>

4 Metodología

Para el desarrollo de la presente propuesta se usó la investigación descriptiva y el método de enseñanza basado en la solución de problemas descrita en la sección anterior en la clase de Ciencias Naturales y Educación ambiental en el grado sexto de la IE media de Aguas Blancas descrito en la introducción de este documento.

La propuesta está diseñada para su aplicación durante 11 sesiones de clase de 2 horas cada una, en los que se abordan los conceptos de concentración, semipermeabilidad, ósmosis, difusión, con el objeto de resolver una situación problema relacionada con los conceptos de ósmosis y difusión. En estas sesiones se incluye la aplicación de un test de conceptos previos, un test de salida y un cine foro. Cada sesión de trabajo enfocada al desarrollo de un concepto se inicia con una actividad inicial, continua un experimento sencillo, registro de observaciones y conclusiones y finalmente con una evaluación, según el modelo 5E descrito en la sección anterior. El desarrollo de algunas de las sesiones se apoya en el uso de un simulador computacional y la proyección de videos. Para las sesiones de desarrollo de los conceptos de difusión y Ósmosis se utilizaron membranas semipermeables de celulosa. Sólo 3 actividades requieren trabajo en casa por parte de los niños, las demás son desarrolladas totalmente en las sesiones de clase.

Los niños durante estas mismas sesiones están organizados en equipos de 3 con un líder, elegido por el grupo, que será quien exponga ante el grupo las predicciones, observaciones y opiniones del grupo.

La selección de los conceptos a enseñar tiene en cuenta las 22 proposiciones relacionadas con lo que cualquier persona que debe saber para comprender los mecanismos de transporte pasivo: Ósmosis y difusión (Odom, 1995)

1. Todas las partículas están en movimiento constante.
2. La difusión implica el movimiento de partículas.
3. La difusión resulta del movimiento al azar y / o colisiones de partículas (iones o moléculas).
4. La difusión es el movimiento neto de partículas como resultado de un gradiente de concentración.
5. La concentración es el número de partículas por unidad volumen.

6. Gradiente de concentración es una diferencia en la concentración de una sustancia a través de un espacio.
7. La difusión es el movimiento neto de partículas a partir de un área de alta concentración a un área de baja concentración.
8. La difusión continúa hasta que las partículas se han distribuido uniformemente en el medio en el que se disuelven.
9. La tasa de difusión aumenta a medida que aumenta la temperatura.
10. La temperatura aumenta movimiento y / o partícula colisiones.
11. La tasa de difusión aumenta a medida que el gradiente de concentración aumenta.
12. El aumento de la concentración aumenta las colisiones de partículas.
13. La difusión se produce en sistemas vivos y no vivos.
14. La ósmosis es la difusión de agua a través de una membrana semipermeable.
15. La tonicidad se refiere a la concentración relativa de partículas a cada lado de una membrana semipermeable.
16. Una solución hipotónica tiene menos partículas disueltas con respecto al otro lado de la membrana.
17. Una solución hipertónica tiene más partículas disueltas con respecto al otro lado de la membrana.
18. Una solución isotónica tiene un número igual de disuelto partículas en ambos lados de la membrana.
19. La ósmosis es el movimiento neto de agua (disolvente) a través de una membrana semipermeable desde una solución hipotónica a una solución hipertónica.
20. La ósmosis ocurre en sistemas vivos y no vivos.
21. Una membrana semipermeable permite selectivamente el movimiento de algunas sustancias través de la membrana al tiempo que bloquea el movimiento de otros.
22. Las membranas celulares son semipermeables.

La organización de las sesiones de trabajo es como sigue:

Día 1: Test de Entrada

Día 2: Guía I: Situación problema

Día 3: Guía II. Parte I: Concepto de concentración: Sal coloreada en vasos con agua

Día 4. Guía II Parte I: Concepto de Concentración: uso de simulador y evaluación.

Día 5: Guía II Parte II: Concepto de semipermeabilidad: Movimiento de sustancias a través de una membrana semipermeable. Evaluación.

Día 6: Guía III: Ósmosis. Crecimiento de bolitas de jardinería

Día 7: Guía III: Ósmosis en vegetales. Proyección de Videos y retroalimentación. Evaluación.

Día 8: Difusión de un sólido en un líquido

Día 9: Difusión de una gota de tinta en gelatina. Evaluación.

Día 10: Elaboración de carteles y presentación de la solución a la situación problema por cada equipo de trabajo. Test de salida.

Día 11: Cine foro: Buscando a Nemo.

4.1 Prueba de entrada

En la prueba de entrada se explora de manera individual las ideas de los estudiantes respecto a la estructura y funcionamiento celular, la estructura de la membrana celular y los conceptos de gradiente y difusión y ósmosis.

En lo relacionado a la estructura y funcionamiento celular, ítem 1, se pide a los estudiantes que escriban frases con los términos célula, membrana celular, carbohidratos, lípidos y proteínas, conceptos desarrollados en el ciclo de básica primaria.

En el ítem 2, referente a la estructura de la membrana celular, se pide a los estudiantes que dibujen una célula y ubiquen una membrana celular, así mismo que elaboraren una explicación corta de lo dibujado.

En el ítem 3, referente al concepto de gradiente y difusión, el profesor roció ambientador en el salón cerrado, le pide a los estudiantes que después de estimar y registrar el tiempo que tardan en percibir el olor, contesten diferentes preguntas, para un mayor detalle ver el anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En lo que respecta al concepto de ósmosis, ítem 5, se pidió a los niños que predijeran lo que creen que ocurriría al colocar un pez de agua dulce en agua salada y que

describieran las diferencias que encontraban en ambos medios (pecera y mar), así como el efecto del agua salada en las células del pez.

En el ítem, actitudes hacia la ciencia, se indagó sobre el grado de aceptación de las siguientes proposiciones:

Proposición 1: Conozco la función de las membranas celulares

Proposición 2: Es importante comprender el funcionamiento de las células.

Proposición 3: Existe relación entre los dos fenómenos descritos (rociar ambientador y cambiar pez de agua dulce a agua salada).

Proposición 4: Es fácil para mí representar lo que pienso.

Proposición 5: En las clases aprendo cosas nuevas.

Los estudiantes debieron seleccionar entre las siguientes opciones, la que más se ajusta a su situación para cada proposición descrita: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo.

4.2 Situación problema planteado sobre los conceptos de gradiente, ósmosis y difusión: El pez de Luisa

La situación problema relacionada con el estudio de los mecanismos de transporte celular que se diseñó fue la siguiente:

Es el año 2085, el planeta Tierra se ha tornado invivable para la especie y sus habitantes han colonizado nuevos planetas. Luisa, tuvo que irse a un nuevo planeta con su familia, se llevó también su mascota: Un pececito.

En este nuevo planeta, no había peces, de hecho nadie los conocía, por lo que la mascota de Luisa, era la atracción de todos. Se sorprendían al ver cómo podía estar sumergido en agua sin morir, se sorprendían también de los cuidados de Luisa. Como todos querían verlo y llevárselo a casa, Luisa le puso el siguiente aviso, previendo que alguien lo robara:



Luisa fue llevada ante las autoridades de este nuevo planeta para explicarles porque debían hacer lo que decía el letrero, Luisa necesita tu ayuda, ¿Qué razones les darías?

Previa socialización de la situación problema, se debe resolver en grupos (3 estudiantes, 1 de ellos líder del equipo), preguntas enfocadas a identificar los conceptos necesarios para resolver la situación planteada.

El docente guía la discusión en torno a estos conceptos que serán abordados durante las actividades posteriores:

Tabla 4-1. Relación entre cada pregunta de la situación problema y su concepto asociado

Ítem	Pregunta	Concepto asociado
1	Escribe aquí las razones que les darías a los científicos para explicarles el porqué del aviso.	Gradiente, difusión, ósmosis.
2	¿Qué diferencias crees que existen entre las células de los peces y las células de los humanos?	Estructura celular
3	¿Qué crees que le sucedería a las células del pez de Luisa al sumergirlo en el agua de mar?	Ósmosis
4	¿Por qué el pez puede respirar en el agua y Luisa no?	Difusión
5	Supón que das tus razones y los científicos no confían mucho en tus argumentos, ¿Cómo harías para demostrárselos a través de un experimento? (Recuerda que en este planeta no hay peces y las autoridades protegen a todos los animales.	Gradiente, difusión, ósmosis.

4.3 Actividades tendientes a dar herramientas para resolver la situación problema planteada

¿Por qué el pez de Luisa, un pez de agua dulce, no puede vivir en agua salada? ¿Por qué el pez no puede sobrevivir al hecho de estar fuera del agua?, son los tópicos a partir de los cuales se inicia el desarrollo de la propuesta.

La solución a estas preguntas se fundamenta en el conocimiento de los mecanismos de transporte pasivo: Ósmosis y difusión, movimientos de iones o moléculas relacionados con los gradientes de concentración mediados por una barrera, la membrana celular, barrera semipermeable que regula las sustancias que salen y entran de la célula.

Para poder resolver la situación problema es indispensable contar con diferentes elementos que den al estudiante las herramientas necesarias para poder dar solución al problema planteado.

Las actividades realizadas fueron:

4.3.1 El perfume en el salón

Concepto abordado: Gradiente

Objetivo: Que el estudiante se familiarice con el concepto de la variación de cierta magnitud con la distancia, en este caso se pretende que el estudiante relacione el olor percibido con la distancia a la que se encuentra de la fuente.

Descripción del experimento: El docente rocía una fragancia en una esquina del salón de clase y pide a los niños que registren el tiempo en el que perciben el aroma.

Experiencia tomada y adaptada de: <http://es.slideshare.net/andresamenabarfigueroa/la-difusin-33644307>

4.3.2 Sal coloreada en vasos con agua experimentalmente y con la visualización en un simulador computacional

Concepto abordado: Concentración

Objetivo: Que el estudiante relacione el concepto de la concentración de sal con el cambio en la coloración de una solución con diferentes cantidades de sustancia.

Descripción del experimento: Usando sal de distintos colores, se preparan soluciones con distintas cantidades de sal, distinta concentración, que produce distinta coloración.

El docente explica las partes del software y cambia las variables del sistema (cantidad de sal y volumen de agua) hasta que el concepto de concentración este ilustrado, las preguntas que orientan la explicación son:

¿Qué acciones pueden aumentar la concentración de la solución? ¿Qué le pasa a la concentración de la solución cuando se adiciona agua? (traducido de: (Robert Parson)

Ver Simulador: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/concentration>

4.3.3 Movimiento de sustancias a través de una membrana semipermeable

Concepto abordado: Semipermeabilidad, Medio Intracelular y Extracelular.

Objetivo: Que el estudiante compruebe que algunas sustancias líquidos o sólidos pueden o no moverse a través de una membrana

Descripción del experimento: Con una membrana semipermeable e hilo de dientes se construirá “una célula” que se colocará en un medio con una solución de colorante de comidas. Los estudiantes deberán registrar los cambios en la coloración de la célula que será evidencia del movimiento de sustancias a través de la membrana.

Experiencia tomada y adaptada de: *Semipermeable Membranes, Diffusion, and Osmosis Inquiry: Effective Modeling in a High School Classroom*. (Odom, 1995)

4.3.4 Crecimiento de Bolitas de Jardinería

Concepto abordado: Ósmosis

Objetivo: Verificar el movimiento de agua a través de la variación del diámetro de una bolita de jardinería al colocarla en una solución de sal.

Descripción del experimento: En un vaso con agua se colocaran bolitas de jardinería previamente aumentadas en su tamaño por colocarlas en agua del grifo. Se prepara una solución de agua con sal en la que se depositan las bolitas y se registra la pérdida de tamaño de las bolitas.

4.3.5 Turgencia de vegetales

Concepto abordado: Ósmosis

Objetivo: Verificar el proceso de ósmosis en células vegetales.

Descripción del experimento: Se tomarán 4 rodajas de papa y se colocaran en 4 vasos con distintas cantidades de sal, así: Vaso 1: 0 cucharada de sal; Vaso 2: 1 cucharada de sal; Vaso 3: 3 cucharadas de sal; Vaso 4: 5 cucharadas de sal. Se realiza seguimiento del aspecto de las rodajas.

Experiencia tomada y adaptada de:

<http://www.bu.edu/gk12/xiaojuan/.../Osmosis%20Lab.ppt>

4.3.6 Cristal de sal en agua

Concepto abordado: Difusión

Descripción del experimento: Se coloca un cristal de sal en agua y se estima el tiempo de “desaparición” del cristal.

4.3.7 Difusión de una gota de tinta en gelatina

Concepto abordado: Difusión

Objetivo: Demostrar la difusión en 2D

Descripción del experimento: Se coloca un poco de solución de gelatina en una caja de Petri, formando una placa de menos de un centímetro de grosor, se lleva al congelador. Posteriormente se hace un pequeño orificio en el centro de la placa con una pipeta de Pasteur en el que se colocará una gota de azul de metileno. Se debe hacer registro del aumento de diámetro de la gota de colorante.

Experiencia tomada y adaptada de:

http://www.biophysics.org/Portals/1/PDFs/Biophysics%20Week/LessonPlanDiffusion_122115sm.pdf

4.3.8 Construcción de una célula con bolsas ziploc (My father's world, 2007)

Concepto abordado: Estructura celular.

Objetivo: Identificar los componentes celulares.

Descripción del experimento: Con una bolsa ziploc, una solución de gelatina y algunos materiales comestibles, los estudiantes construirán su propia célula.

Experiencia tomada y adaptada de:

<http://board.mfwbooks.com/viewopic.php?f=24&t=3923>

4.4 Actividad de cierre de la solución del problema y test de salida

En plenaria, cada líder de grupo debe realizar una presentación de la solución a la situación usando un cartel elaborado durante la sesión de trabajo. En el cartel se debe incluir todos los conceptos abordados durante los días anteriores.

De manera individual los estudiantes resuelven un test de salida enfocado indagar sobre los mismos aspectos abordados en el test de entrada y establecer la pertinencia de la propuesta.

4.5 Cine - foro “Nemo”.

Con la proyección de la película Buscando a Nemo, termina la aplicación de la propuesta en donde además de hacerse evidente la aplicación de los conceptos estudiados, se pretende reflexionar con los niños sobre la importancia de la familia, la igualdad y la amistad.

La siguiente tabla resume el orden las actividades realizadas en el desarrollo de la propuesta que contienen la metodología descrita en este capítulo:

Tabla 4-2: Resumen actividades realizadas basadas en el método de resolución de problemas para la enseñanza de los conceptos de gradiente, ósmosis y difusión.

Día	Nombre de la actividad	Actividad en clase
0	Actividad previa	El docente aplica actividades que permiten presentar los conceptos de átomo, elemento, compuesto, mezcla, energía, incluidos en el entorno físico de la malla curricular del grado para el primer período académico.
1	Test de Entrada	El docente hace una lectura en voz alta de cada una de las preguntas, dando tiempo para que los estudiantes planteen sus dudas.
2	Guía I: Situación problema	Se arman grupos de trabajo de 3 estudiantes. El docente lee en voz alta la situación problema y se asegura que haya sido comprendida por cada uno de los grupos.

		<p>Los estudiantes distribuidos en grupos de tres (3), resuelven los 5 ítems de la Guía I en un tiempo de 1 hora. Luego se realiza un ejercicio de socialización en la que el líder del grupo explica ante todos los compañeros sus ideas acerca de las siguientes cuestiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué el pez de Luisa no puede vivir fuera del agua? • ¿Por qué el pez de Luisa no puede ser llevado al agua salada? <p>El docente en todo momento guía la discusión para llevar a los estudiantes a reconocer que elementos se necesita conocer para resolver la situación planteada.</p> <p>Antes de finalizar la sesión los estudiantes deben responder 5 cuestiones planteadas en la Guía I cuya solución apunta a las dos cuestiones principales planteadas arriba.</p>
3-4-5	<p>Guía II: ¿Por qué el pez de Luisa no puede vivir en el agua con sal?</p> <p>Conceptos de concentración y semi permeabilidad</p>	<p>Parte I</p> <p>La actividad se enfoca en la exploración de los conceptos de concentración y semi permeabilidad. Para ello los estudiantes resuelven 2 experiencias: <u>Fabrica tu propia agua de mar</u> y <u>Comprueba si las sustancias se mueven a través de membranas</u>.</p> <p>Día 3: Los estudiantes realizan la parte I de la guía dedicada a explorar el concepto de concentración y registran sus observaciones. Resuelven además el ítem 3, 4 y 5 de la guía.</p> <p>Día 4: El docente muestra el siguiente simulador para reforzar el concepto de concentración:</p> <p>https://phet.colorado.edu/es/simulation/concentration</p> <p>Luego resuelven la sección evalúate de la guía de trabajo.</p> <p>Parte II</p> <p>Día 5:</p> <p>En lo que se refiere al concepto de semi permeabilidad, previo al desarrollo de la práctica los estudiantes con materiales seleccionados elaboran su propia célula. Se hace énfasis en la estructura y las funciones de la membrana celular. Una vez realizada la práctica “Membrana semipermeable en colorante”, los estudiantes deben resolver y entregar la evaluación prevista y anotar sus conclusiones que serán socializadas en la próxima sesión de trabajo. Además de manera individual realizan la sesión <u>Tarea</u> de la Guía.</p>
6-7	<p>Guía III: ¿Por qué el pez de Luisa no puede vivir en el agua con sal?</p> <p>Concepto de Ósmosis</p>	<p>Día 6:</p> <p>Parte I</p> <p>En la sesión anterior el docente entrega las bolitas de jardinería a cada uno de los niños para que las ponga a “crecer” en agua. Ya en clase los estudiantes preparan una solución con sal común y dejan allí sus bolitas. Se debe verificar la pérdida de tamaño de la bolita cada 10 minutos.</p> <p>Parte II:</p> <p>Los estudiantes traen a clase las rodajas de papa colocadas en agua del grifo, y</p>

		<p>en soluciones de sal con diferentes concentraciones. Se irá verificando el aspecto de cada rodaja. Se debe hacer un registro de las observaciones.</p> <p>El docente proyecta los siguientes videos, con el objeto de retroalimentar el concepto de ósmosis y presentar los conceptos de medio hipertónico, hipotónico e isotónico.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=w3_8FSrqc-l https://www.youtube.com/watch?v=laZ8MtF3C6M</p> <p>Los grupos de trabajo deberán resolver la sesión evaluación de la guía.</p>
8	<p>Guía IV:</p> <p>¿Por qué el pez de Luisa no puede fuera vivir en el agua?</p> <p>Difusión</p> <p>Cristal de sal</p>	<p>Los estudiantes llevan a clase la actividad inicial resuelta que será socializada por el líder del grupo. Se realiza la práctica con el cristal de sal y se registran las observaciones.</p>
9	<p>Guía IV:</p> <p>¿Por qué el pez de Luisa no puede fuera vivir en el agua?</p> <p>Difusión</p> <p>Difusión de una gota de azul de metileno en gelatina--</p>	<p>Se realiza la práctica y se registran los resultados. El docente proyecta el siguiente video y el grupo realiza la evaluación</p> <p>Respiración: https://www.youtube.com/watch?v=kdHcG0YFH9E</p> <p>Difusión: https://www.youtube.com/watch?v=VY0mZUDvbH4</p> <p>Como respira un pez. https://www.youtube.com/watch?v=XEIRlw5rCUk</p> <p>Se realiza además una práctica con membranas semipermeables para establecer diferencias entre el proceso de Difusión y ósmosis.</p>
10	Sesión final	Los grupos de trabajo elaboran su presentación de la solución problema. Se aplica test de salida individual.
11	Cine foro	Se proyecta película Buscando a Nemo.

5 Resultados

5.1 Test de entrada asociado a los mecanismos de transporte celular.

El test fue aplicado a 34 estudiantes de grado sexto (6), 12 niñas y 22 niños. El objetivo del test fue explorar las ideas previas de los estudiantes sobre los siguientes aspectos relacionados con los mecanismos de transporte celular: estructura, funcionamiento celular, estructura de la membrana celular, conceptos de gradiente y difusión, ósmosis, así como a identificar algunas de sus actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias y de la temática a enseñar.

Para el ítem 1: Estructura y funcionamiento celular, cuyo objetivo era identificar los preconceptos que tienen los estudiantes acerca: célula, membrana celular, carbohidratos, lípidos y proteínas, se les pide que escriban frases con cada uno de los términos. Se evidencia que la mayoría de los estudiantes escriben frases muy dispersas(no acertadas), acerca de estos conceptos e incluso algunos no fueron capaces de redactar una sola frase. Los estudiantes relacionan el concepto de célula con los siguientes adjetivos: pequeño, redonda, cuadrada, constituyente solo del ser humano, constituyente de tejidos. Acerca de la membrana celular, es interesante resaltar que le atribuyen atributos de movimiento, resistencia, especial importancia para la célula, ubicada por los “alrededores de la célula” o en medio de la célula. Ningún estudiante relaciona los términos carbohidratos, lípidos y proteínas como constituyentes de la membrana celular, sino como elementos importantes de nuestra nutrición.

En lo que respecta al ítem 2: Estructura de la membrana celular, cuyo objetivo era identificar si los estudiantes conocen la estructura de la membrana celular solo el 11,8 % de los estudiantes lograron ubicar correctamente la membrana en su representación de una célula, de ellos sólo el 2,9 % de los estudiantes, manifiesta que la membrana celular está ubicada en los “alrededores de la célula”. En el ítem 3, referente a los conceptos de gradiente y difusión, en la que le presenta a los estudiantes la situación de rociar una fragancia en un espacio cerrado, los estudiantes en su mayoría relacionan la percepción de la fragancia con la distancia a la que están ubicados y fueron capaces de registrar el tiempo de percepción, lo cual es buen referente para introducir el concepto de gradiente, además más de la mitad los estudiantes son capaces de establecer que es más fácil que la fragancia se mueva desde el recipiente hacia el exterior que el sentido contrario.

Y con el concepto de Ósmosis, al ser indagados sobre lo que le ocurriría a un pez al ser llevado de su pecera al mar, el 53% de los estudiantes piensan que el pez muere porque el agua de mar es salada, el 38,2% de los estudiantes le atribuyen cambios de emoción al pez (se pone triste), 8,8% estudiantes no responden la pregunta.

Para el 52,9% estudiantes, la diferencia entre ambos medios (mar y la pecera) es que el agua de mar es más salada que la de la pecera, el 29,4% de los estudiantes, piensan que la diferencia entre ambos medios es su tamaño, 5,8% estudiantes piensan que la diferencia entre ambos medios es el número de especies presentes, el 2,9% de los estudiantes no haya diferencias entre ambos medios y 8,8% no responden la pregunta. Ningún estudiante relaciona el efecto de cambio de medio del pez de Luisa con un efecto en las células. El test indagó sobre la percepción de los estudiantes sobre la temática a abordar mediante la propuesta así como su percepción de la clase de Ciencias.

Tabla 5-1: Test de actitudes hacia la ciencia

<i>Proposición</i>	<i>Número de estudiantes</i>				
	<i>Totalmente de acuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Totalmente en desacuerdo</i>	<i>Marca incorrectamente o no marca</i>
<i>Conozco la función de las membranas celulares</i>	9	10	6	1	8
<i>Es importante comprender el funcionamiento de las células</i>	15	10	2	1	6
<i>Existe relación entre los fenómenos descritos y el funcionamiento celular.</i>	6	7	10	4	7
<i>Es fácil para mí representar lo que pienso.</i>	14	7	6	1	5
<i>En las clases de Ciencias aprendo cosas nuevas.</i>	21	5	1	0	6

5.2 Acerca de la situación problema

Una vez planteada la situación problema se pidió a los estudiantes que resolvieran las siguientes cuestiones descritas en la Tabla 4-1. Relación entre cada pregunta de la situación problema y su concepto asociado

Entre las razones que los niños les darían a las autoridades del nuevo planeta para no llevar al pez al agua salada, 2 de los grupos relacionan el cambio de medio del pez con daños causados a las células por el agua salada, 4 grupos expresan que es la razón por la que Luisa no debe llevar su pez al agua es porque el mar es salado, 5 grupos no responden o dan razones bastante dispersas

Un pez no puede vivir fuera del agua porque:

“Es más del agua que del aire”

“un pez no puede vivir fuera del agua por el oxígeno”.

“El pez no puede vivir en la tierra porque no respiraría el oxígeno que respira bajo el agua”

El resto de los grupos dieron respuestas demasiado alejadas de conceptos realmente asociados al fenómeno o no respondieron.

En cuanto a la diferencia entre las células de un pez y un humano, 5 grupos afirman que las células de los peces son iguales a la de los humanos, y que solo hay diferencia en la cantidad y el tamaño, el resto de los grupos manifiestan ideas alternativas como que la célula del pez puede respirar en el agua, y 2 de ellos no responden la pregunta.

Al sumergir un pez en agua de mar, los niños creen que sus células se secarían porque el pez es de agua dulce (1 grupo), el resto piensan que se dañarían (5 grupos) y el resto de los grupos emplea argumentos poco precisos.

Un pez no puede vivir debajo del agua porque tiene agallas (2 agallas), el resto de los grupos da argumentos que se alejan bastante de los conceptos correctos.

Ningún grupo planteó un experimento que permitiera corroborar las razones del aviso de Luisa sin involucrar en su explicación al pez, la cual era una condición del ejercicio.

En la sesión se estableció por el grupo que lo que se debería saber para poder ayudar a Luisa con las autoridades de su nuevo planeta es:

- ¿Qué hay en el mar?
- ¿Cómo son las células de un pez?
- Los “niveles” de Oxígeno en agua dulce vs agua salada.
- ¿Cómo funciona un pez en el agua?
- ¿Cómo son los peces de agua dulce?
- ¿Por qué nosotros no podemos vivir debajo del agua?

Estas preguntas permitieron empezar la aplicación de la propuesta que abordará cada uno de las preguntas propuestas por los grupos.

5.3 Acerca de los conceptos de Concentración y Permeabilidad

Todos los grupos trajeron a clase la actividad inicial resuelta, en la que se pidió que se consultara sobre la composición del agua de mar. Los estudiantes preparan 4 soluciones usando la sal de colores en distintas cantidades y realizan el registro en el ítem 2 de la guía, 10 de los 11 grupos conformados realizaron una representación correcta de la coloración adquirida por la solución a medida que se incrementa la cantidad de soluto (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) sin



Figura 5-1. Representación en el registro grupal de observaciones del concepto de concentración. Día 3.

embargo sólo 1 de ellos lograron expresar el concepto de concentración:

“Concentración es la relación que hay en la sal y el agua en que se disuelve” (grupo 3)

La mayoría de los grupos (8 grupos) lograron identificar el beaker que tenía la solución más concentrada, 6 de los grupos acertaron en identificar la relación entre el volumen y la concentración de la solución, lo cual fue más evidente luego de la aplicación del simulador.

En la representación a nivel molecular de la solución, 7 grupos acertaron, representando según lo sugerido por el docente las moléculas de agua y los iones Sodio y Cloro. (Figura 5-3).

Sólo un grupo pudo establecer una relación correcta entre la concentración de sales en el pez y la pecera.

En lo que respecta al concepto de semipermeabilidad, todos los grupos predijeron de manera acertada que el contenido de la bolsita cambiaría su color. 10 grupos realizan de manera correcta el registro de sus observaciones. (Figura 5-4).

En las conclusiones de clase, los grupos registraron lo siguiente:

- *¿Cómo entró y cómo salió el agua de la bolsita sin colorante? ¿Cómo entró el colorante si la bolsita estaba cerrada?*
- *Cada 10 minutos aumenta el color del agua. El agua sale y el agua de color entra y se queda ahí. No sale.*
- *El agua cambia de color cada vez más.*
- *Semipermeabilidad es cuando algo sellado puede dejar pasar líquidos y dejar salir líquidos.*



Figura 5-2. Trabajo de los niños con membranas semipermeables. Concepto de semipermeabilidad. Día 5.

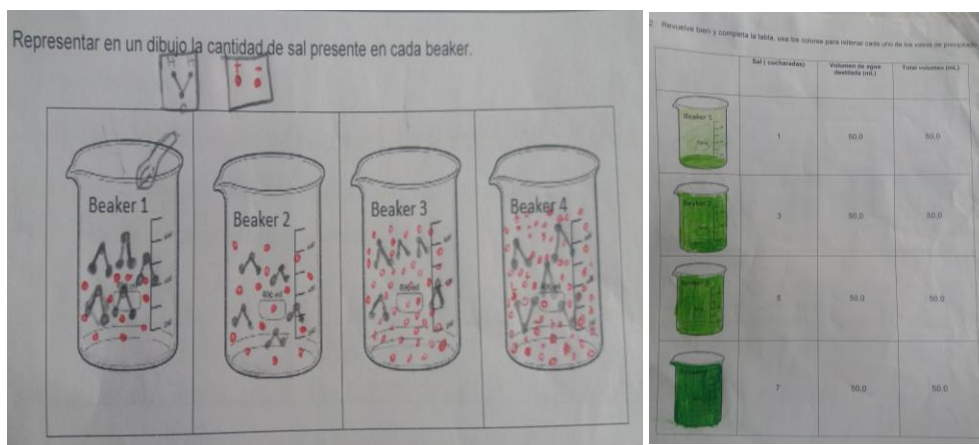


Figura 5-3. Muestra del trabajo de los niños. Concepto de Concentración.

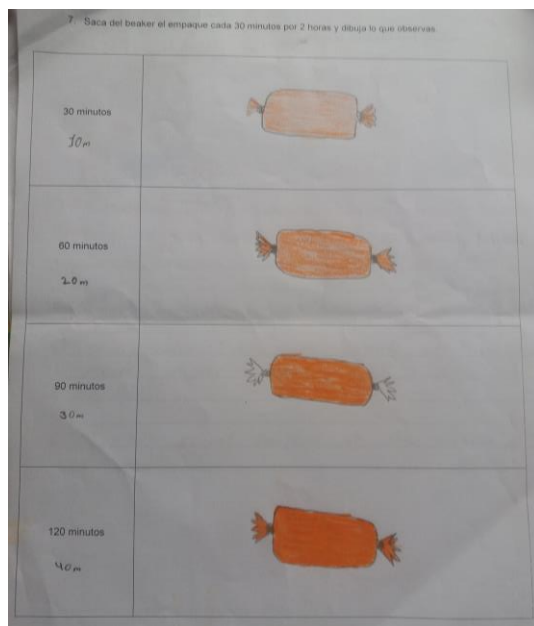


Figura 5-4. Muestra del trabajo de los niños. Concepto de Semipermeabilidad.

5.4 Acerca del Concepto de Ósmosis

En la práctica con las bolitas de jardinería todos los niños reportaron de manera correcta la disminución del diámetro de la bolita. Durante el trabajo en grupos con las rodajas de papa todos los grupos reportan de manera correcta el cambio de su turgencia. 3 grupos relacionan en sus conclusiones la turgencia de la papa con aspectos ya estudiados como la concentración mediante la representación de las moléculas de agua y los iones sodio. Las demás representaciones muestran claramente mayor flacidez en las rodajas expuestas a las soluciones con mayor concentración de sal.

Ante el cuestionamiento sobre el porqué de la pérdida de turgencia de la papa, los grupos reportan:

- *Ocurrió que perdieron dureza, agua.*
- *Las papas perdieron mucho líquido y la que no tenía sal no perdió líquido.*
- *El agua dulce sale del pez.*
- *La papa pierde agua y por eso se pone blandita.*

Al establecer la relación entre el fenómeno de pérdida de turgencia de las papas y los cambios que ocurrirían en las células del pez al ponerlas en un medio hipertónico, grupos hacen representaciones bastante acertadas del fenómeno. (Figura 5-6)

A partir del análisis de la Figura 5-5, todos los grupos identifican la caja de mayor concentración, solo 1 grupo no relaciona la concentración con la dirección en la que se mueven las moléculas de agua, 9 grupos reconocen los conceptos de medio hipertónico e hipotónico. Todos los grupos identifican el mar como un medio de mayor concentración de sales comparadas con las células del pez. Las prácticas usando membranas semipermeables favoreció la apropiación del concepto de ósmosis dado que el aumento de volumen de la célula fabricada con la membrana de celulosa fue considerable.

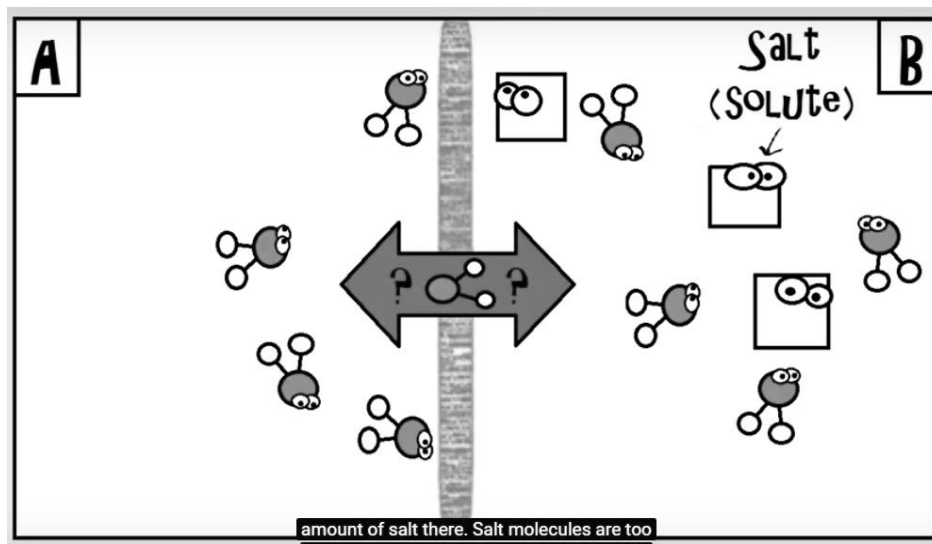


Figura 5-5 Representación del movimiento de las moléculas de agua. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=laZ8MtF3C6M>

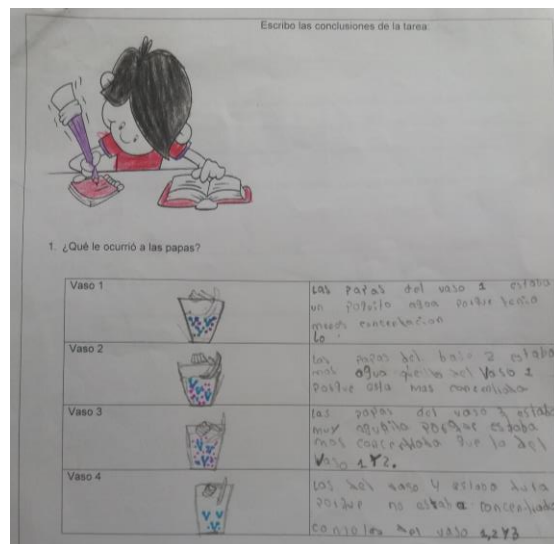
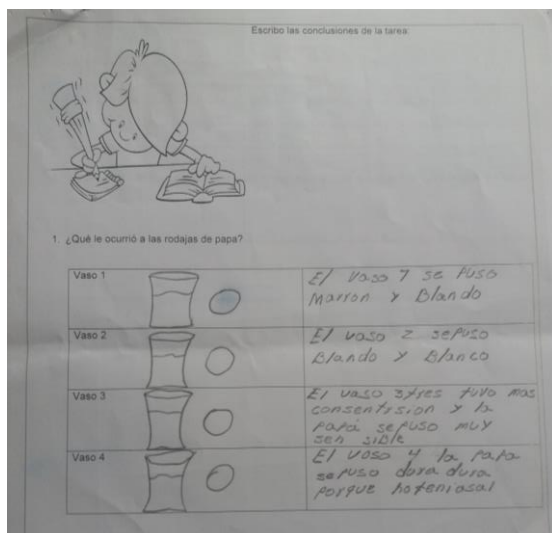


Figura 5-6. Muestra del trabajo de los niños. Concepto de ósmosis.

5.5 Acerca del concepto de Difusión

En el marco de la semana de la biofísica se realizó la actividad Difusión de una gota de azul de metileno, que motivó el interés de parte de los niños. La conclusión principal de ellos fue que con el tiempo, la gota de tinta se fue haciendo paulatinamente más grande hasta desaparecer en la gelatina.

Se realizaron 2 prácticas difusión de un cristal de sal en agua y un comparativo entre el proceso de ósmosis y difusión. Utilizando las membranas semipermeables, se verifica el proceso de Difusión colocando una solución de almidón de maíz en una solución de Isodine (Vaso 3) y una solución concentrada de azúcar en agua limpia para verificar el proceso de Ósmosis. (Vaso 2). Los estudiantes concluyeron a partir del aumento de la célula fabricada con la membrana que el proceso responsable del fenómeno es la ósmosis y por el color que tomó la solución que el proceso responsable es la Difusión.




vaso	¿Que ocurría?	¿Que ocurría?	¿Por que ocurría?
1	 Las partículas de azul se disolvieron en el agua.	Los granos de sal se disolvieron.	Porque había más agua y el agua disolvió la sal en el agua.
2	 Yo creo que le salió agua porque tiene azúcar y se puso más gorda.	Le salió agua a la botella y se cargó.	Paso cuando entra más agua a donde está más azúcar.
3	 Yo creo que las agua no salió porque no tiene azúcar.	Quedó igual pero cambió de color porque le salió azúcar.	Ad. le entró nada porque pasó el agua llamado.

Figura 5-7. Tabla comparativa entre mecanismo de Difusión y Ósmosis realizada por un grupo de trabajo.

5.6 Test de salida asociado a los mecanismos de transporte celular

El test de salida que se aplica es una traducción adaptada del Test de Difusión y Ósmosis diseñado por Odom (Odom, 1995), de las 12 cuestiones propuestas se seleccionan 9 ítems, en los que el estudiante debe seleccionar entre dos o tres opciones la respuesta a la situación planteada, así como la razón por la que escogió tal respuesta.

Las preguntas seleccionadas están relacionadas con los 22 aspectos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de la propuesta, descritos en la sección Metodología.

La relación entre cada pregunta y cada proposición se describe en la

Tabla 5-2. Relación entre los estados de conocimiento y las preguntas del test de salida.

Pregunta	Proposiciones relacionadas
1.	La difusión implica el movimiento de partículas. La difusión es el movimiento neto de partículas como resultado de un gradiente de concentración.
2.	La difusión implica el movimiento de partículas. La difusión es el movimiento neto de partículas como resultado de un gradiente de concentración. La concentración es el número de partículas por unidad volumen. Gradiente de concentración es una diferencia en la concentración de una sustancia a través de un espacio. La difusión es el movimiento neto de partículas a partir de un área de alta concentración a un área de baja concentración El aumento de la concentración aumenta las colisiones de partículas.
3.	La concentración es el número de partículas por unidad volumen.
4.	La difusión es el movimiento neto de partículas como resultado de un gradiente de concentración. La concentración es el número de partículas por unidad volumen. Gradiente de concentración es una diferencia en la concentración de una sustancia a través de un espacio. La difusión continúa hasta que las partículas se han distribuido uniformemente en el medio en el que se disuelven.
5.	La ósmosis es la difusión de agua a través de una membrana semipermeable. La ósmosis es el movimiento neto de agua (disolvente) a través de una membrana semipermeable desde una solución hipoosmolar a una solución hiperosmolar. Una membrana semipermeable es una membrana que permite selectivamente el movimiento de algunas sustancias través de la membrana al tiempo que bloquea el movimiento de otros.
6.	La osmolaridad se refiere a la concentración relativa de partículas a cada lado de una membrana semipermeable. Una solución hipotónica tiene menos partículas disueltas con respecto al otro lado de la membrana. Una solución hipertónica tiene más partículas disueltas con respecto al otro lado de la membrana. Una solución isotónica tiene un número igual de disuelto partículas en ambos lados de la membrana.
7.	La ósmosis es la difusión de agua a través de una membrana semipermeable. La ósmosis es el movimiento neto de agua (disolvente) a través de una membrana semipermeable desde una solución hipoosmolar a una solución hiperosmolar Las membranas celulares son semipermeables.

8.	La difusión se produce en sistemas vivos y no vivos. La ósmosis ocurre en los sistemas vivos y no vivos
9.	Una membrana semipermeable es una membrana que permite selectivamente el movimiento de algunas sustancias través de la membrana al tiempo que bloquea el movimiento de otros. Las membranas celulares son semipermeables

Fuente: (Odom, 1995)

Al analizar los resultados del test de salida se observa que en los niños relacionan la situación que se les presenta con el concepto enlazado pero tienen dificultades en la selección de la razón por la cual el fenómeno ocurre.

Para la primera situación propuesta, los estudiantes en igual porcentaje atribuyen el color que toma el vaso después de poner en él una gota de colorante a los fenómenos de Difusión y Ósmosis. La razón que seleccionan, permite concluir que confunden el término Difusión con Disolución. El número de estudiantes que relacionan el termino Difusión con la migración de partículas de una zona de mayor concentración a una de menor concentración es representativo pero inferior al que piensan que ocurre de menor a mayor concentración, esto se explora en la segunda pregunta planteada. La razón por la que ocurre este fenómeno no reconoce que el movimiento de partículas produce un equilibrio en la concentración de ambos medios.

Para hacer una solución concentrada un alto número de estudiantes (61,76%), reconoce que hay que adicionarle más glucosa, pero no lo relaciona con un aumento en el número de partículas disueltas, opción que sólo seleccionó un 8,82% de los niños (pregunta 3).

Al colocar una cantidad de azúcar en recipiente con agua (pregunta 4), los niños piensan que esta se irá al fondo, quizá por la experiencia cotidiana y no relacionan el fenómeno con el movimiento de partículas a favor de gradiente de concentración.

En lo referente al concepto de ósmosis, el 88,23% identifican la tendencia neta del movimiento de las moléculas de agua a través de una membrana de un medio de menor a mayor concentración de soluto, pero no pueden explicar porque ocurre en términos de diferencia en la concentración de soluto (pregunta 5 y 6). Lo cual se confirma al revisar la pregunta 7, en el que un 67, 64% de los niños acertadamente afirman que una célula vegetal expuesta a una solución de agua salada disminuiría su tamaño, pero no pueden establecer la razón, directamente vinculada al gradiente de concentración de soluto.

Los estudiantes relacionan los conceptos de ósmosis y difusión solo con los sistemas vivos, lo cual puede justificarse dado el enfoque de la propuesta. El 73,52% de los niños piensan que no ocurrirían tales fenómenos, y el 70,58%, piensa que la razón es que la célula no puede dejar de funcionar.

La mayoría de los niños, identifican las membranas con el concepto de semipermeabilidad pero solo el 26,47% establecen de manera correcta la razón.

Tabla 5-3. Tabla resumen resultados test de salida

Ítems	Opciones			Razones
Supongamos que hay un vaso de precipitado lleno de agua y se añade una gota de colorante azul al vaso. Finalmente el agua toma un color azul claro. El proceso responsable de que el tinte azul quede distribuido uniformemente en toda el agua es				La falta de una membrana significa que la osmosis y la difusión no pueden ocurrir. 5,88%
	47%	47%	6%	Hay movimiento de partículas entre regiones de diferentes concentraciones. 26,47%
	Difusión	Ósmosis	Una reacción entre el agua y el colorante	El colorante se separa en partículas pequeñas y se mezcla con el agua.
				El agua se mueve de una región a otra 50%
				17,64%
Durante el proceso de difusión, las partículas en general pasan de:				Hay demasiadas partículas “apiñadas” en un área, por lo tanto, se trasladan a una zona con más espacio. 32,35%
	47,05%	52,94%		Es más probable que las partículas de la zona de mayor concentración reboten hacia otras áreas. 23,52%
	Mayor a menor concentración	Menor a mayor concentración		Las partículas tienden a moverse hasta que las dos áreas sean isoosmolares y luego dejan de moverse. 26,47%

				Hay una mayor probabilidad de que las partículas se repelen entre sí.	17,64%
Una solución de glucosa puede hacerse más concentrada por	38,23%	61,76%		La mayor cantidad de agua que hay, se necesita más glucosa para saturar la solución.	52,94%
	La adición de más agua.	La adición de más glucosa		Concentración significa la disolución de alguna cosa.	8,82%
				Se aumenta el número de partículas disueltas.	
				Para que una solución sea más concentrada, hay que añadir más líquido.	8,82%
					29,41%
Si se añade una pequeña cantidad de azúcar a un recipiente con agua y se deja reposar durante un largo período de tiempo sin agitar, las moléculas de azúcar:	64,70%	35,29%		Hay un movimiento de partículas de un lugar de alta concentración a uno de baja concentración.	38,23%
	Se concentrarán en la parte inferior del envase.	Se distribuirán uniformemente a lo largo del contenedor		El azúcar es más pesado que el agua y se hundirá.	17,64%
				El azúcar se disuelve poco o nada en el agua.	26,47%
				Tendrá más tiempo para irse al fondo.	17,64%
					50%
				El agua se moverá desde la solución hipertónica a la solución hipotónica.	14,70%
En la Figura 1, dos columnas de agua están separadas por una membrana a través de las cuales sólo el agua puede pasar. El lado 1 contiene colorante y agua. El lado 2 contiene agua pura. Después de 2 horas,	88,23%	2,94%	8,82%	La concentración de moléculas de agua es menor en el lado 1.	
	Mayor	Menor	La misma altura	El agua se convertirá en Isotónica.	2,94%
				El agua se mueve de baja a alta concentración de soluto.	

el nivel de agua en el lado 1 será:					32,35%
En la el lado 1 es _____ al lado 2.	50%	47,05%	2,94%	El agua es hiperosmolar a la mayoría de las cosas.	29,41%
	Hipoosmolar	Hiperosmolar	Isoosmolar	Isotónico significa lo mismo.	
				El agua se mueve desde un máximo a un mínimo.	11,76%
				Hay un menor número de partículas disueltas en el lado 1	20,58%
					38,37%
					44,11%
La Figura 3 es una foto de una célula vegetal que vive en agua dulce. Si está célula se coloca en un vaso de precipitados de solución de agua salada 25%, la vacuola central:				La sal absorbe agua de la vacuola central.	
	20,58%	67,64%	11,76%	El agua se moverá desde la vacuola a la solución de agua salada.	32,35%
	Incrementaría su tamaño.	Disminuiría su tamaño.	No cambiaría su tamaño	La sal entrará en la vacuola.	20,51%
				La solución de sal fuera de la célula no puede afectar la vacuola dentro de la célula.	2,94%
Supongamos que usted mató a la célula vegetal de la figura 4 con veneno y coloca la célula muerta en una 25% de sal solución de agua. Osmosis y difusión podrían:				La célula podría dejar de funcionar.	70,58%
	73,52%	14,70%	8,82%	La célula no tiene que estar vivo.	5,88%
	No ocurrirá	Continúa	Sólo ocurrirá la Difusión	La ósmosis no es al azar, mientras que la difusión es un proceso aleatorio.	17,64%

			<i>Osmosis y Difusión requiere energía celular.</i>	5,88%
				26,47%
			<i>Permiten pasar algunas sustancias.</i>	
			<i>Permiten que algunas sustancias que entran, pero algunas sustancias salgan.</i>	32,35%
<i>Todas las membranas celulares son:</i>	85,29%	14,70%		
	<i>Semipermeable</i>	<i>Permeable</i>		
			<i>La membrana requiere nutrientes para vivir.</i>	14,70%
			<i>Elas permiten que todos los nutrientes pasen</i>	26,47%

5.7 Acerca del cine foro

En el desarrollo del cine foro, se pudieron constatar algunos eventos relacionados con los conceptos estudiados en escenas en las que los peces se veían obligados a estar fuera del agua y también donde eran llevados del mar a la pecera. Los estudiantes resaltaron tales escenas de manera acertada.

La actividad giró en torno al hecho de resaltar las cualidades de cada uno de los personajes de la película y elegir con cuál de ellos cada niño se identifica. Se resaltó por parte de ellos el valor de la obediencia y la camaradería. Así como la necesidad de persistir en el cumplimiento de nuestras metas.

Las cualidades de Nemo según los niños son: Valiente, Inteligente, astuto, emprendedor, arriesgado, curioso, fuerte, lindo, persistente, comprensivo e Incomparable.

Las cualidades de Marlin, Valiente, sobreprotector, amoroso, cuidadoso, amable y fuerte. Doris, es divertida, valiente y juguetona. Los animales de la pecera, son muy listos.

La mayoría de los niños se identificaron con Nemo y Nigel, el “jefe” de la pecera. “Ningún obstáculo puede vencer al que quiere”, fue la frase de cierre de uno de los niños para ésta, la sesión final de la propuesta.

6 Productos, Perspectivas y Recomendaciones

6.1 Semana de la Biofísica

En el marco de la semana de la biofísica los estudiantes realizan una prueba de difusión en gel con ajustes del protocolo presentado por la Biophysycal society (Endow & Adam, 2015). Durante la aplicación de la prueba se ilustró por parte del docente el campo de aplicación de la Biofísica como ciencia.



Figura 6-1. Semana de la Biofísica con estudiantes de grado sexto en la IE media de Aguas Blancas



Figura 6-2. Niño durante la práctica de difusión en gel de una gota de colorante.

6.2 Actitud de los Niños y Niñas hacia las ciencias naturales y hacia la experimentación

La aplicación de la propuesta favoreció sin duda el interés y la motivación por el trabajo en clase de Ciencias lo que puede medirse en la participación activa de los niños durante todas las sesiones de trabajo. La importancia de la propuesta radica en que considera las ideas previas de los niños para enlazarlas con el aprendizaje de nuevos conceptos mediada por la solución de una situación suficientemente atractiva para ellos, se enriquece con todas la virtudes del trabajo en equipo y potencia las habilidades comunicativas de los niños, en la medida que exige la presentación de predicciones, observaciones y argumentos de manera escrita y oral.

En principio la participación era poco fluida pero luego a partir del tercer día de trabajo la calidad y cantidad de las ideas, preguntas, sugerencias aumentó considerablemente.

El análisis del grupo de trabajo sugiere una baja tendencia a la formación y hábitos escasos de estudio en los hogares de la mayoría de los niños. Ningún padre/madre tiene formación técnica ni profesional, por lo que la orientación de la realización de actividades es casi nula por parte de los padres. Sin embargo el interés y puntualidad en la entrega de las actividades asignadas sorprende, dado que no había ocurrido durante el desarrollo del primer periodo académico.

En lo que respecta a la proyección del trabajo del área de Ciencias Naturales en la IE, el trabajo experimental en las sedes primarias anexas a la Institución Educativa es escaso, aun se insiste en desarrollar de manera tradicional los conceptos en Ciencias, por lo que la aplicación de la propuesta genero bastante curiosidad en los niños, quienes están en su primer año en la sede de Bachillerato. La IE actualmente está en su primer año de cambio de currículo y de cambios en la Didáctica del Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, enfocada aun con muchas limitantes al tema de la investigación guiada. Está propuesta que ya fue socializada con compañeros del área debe multiplicarse para promover en los estudiantes no solo habilidades de pensamiento, habilidades comunicativas sino por desarrollar también actitudes positivas a su propia formación.

Aspectos positivos en lo referente a la parte conceptual de la propuesta son los siguientes:

- Para los niños, la materia no está hecha de partes, el mundo atómico no es una idea clara. A partir de la aplicación de la propuesta varios grupos de trabajo incluyen en sus representaciones la estructura molecular de las sustancias, tal como se sugirió durante la sesión dedicada al tema de concentración.
- Varios grupos hacen representaciones mediante símbolos químicos de la molécula de agua y del Cloruro de Sodio.
- Usan frecuente y apropiadamente los términos disolución y concentración.
- El uso de membranas facilitó la apropiación del concepto de semipermeabilidad de membrana, también el de ósmosis y difusión. La idea primaria de la membrana como una barrera aislante de la célula se modificó al ver los cambios de coloración y el aumento de volumen de la “célula fabricada”.

6.3 Dificultades presentadas durante la Implementación del método de aprendizaje basado en problemas y posibles soluciones


La principal dificultad en la aplicación del método estuvo relacionada con algunas inconvenientes en los equipos de trabajo, esto llevo a que si bien el registro de predicciones y observaciones de las experiencias se hacía en colectivo, la actividad experimental se desarrollara de manera individual. El uso de la palabra en principio conflictivo se reguló durante el avance de las sesiones.

En cursos posteriores o en propuestas posteriores se debería incluir:

- Estudio detallado de la estructura de la membrana celular.
- Manejo de instrumentos de medida (balanza, material volumétrico) para rescatar la formalidad propia de la Ciencia, la IE no cuenta con un Laboratorio y los escasos materiales que existen no son suficientes y su estado no es el mejor.
- Estudio cuantitativo de la concentración de las soluciones, los niños deberán ser capaces de expresar de manera numérica el concepto de concentración que aquí solo se expresó de manera cualitativa. Haciendo énfasis en que el número de partículas disueltas se incrementa al incrementar la concentración.
- Explicar en términos energéticos los fenómenos de Ósmosis y difusión, incluir el término potencial de membrana en la explicación de estos dos fenómenos.
- El concepto de medio Isotónico no quedó suficientemente evidenciado en el desarrollo de la propuesta. Una nueva experiencia debería incluir una experiencia que permita ilustrar el concepto de tonicidad de manera más completa.

7 Anexos

7.1 Prueba diagnóstica

		INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA DE AGUAS BLANCAS DIAGNÓSTICO					
NOMBRES:				APELLIDOS:			
CURSO:				FECHA:		TEMA:	
ÁREA:		Ciencia Naturales		PERIODO:		I	
				DOCENTE:		Eliana Ramos	

ITEM 1: Estructura y Funcionamiento celular.

Dados los siguientes términos, escribe entre 5 a 10 frases del tamaño que desees, usando los conceptos que creas conveniente.

Célula, membrana celular, carbohidratos, lípidos, proteínas.

1º. _____	7º. _____
_____	_____
2º. _____	8º. _____
_____	_____
3º. _____	9º. _____
_____	_____
4º. _____	10º. _____
_____	_____
5º. _____	

6º. _____	

ITEM 2: Estructura de la membrana celular

Dibuja una célula y ubica la membrana celular.



Explica lo que dibujaste:

ITEM 3: Concepto de Gradiente y difusión

Tu profesor se colocará en una esquina del salón de clase y rociará una fragancia.

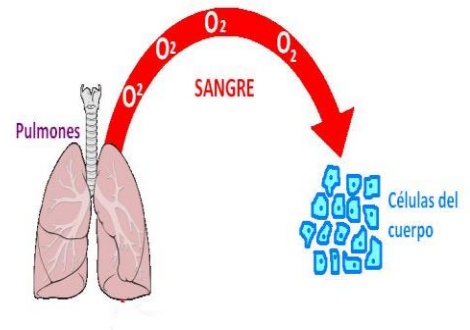
- a) Estima el tiempo que tardas en sentir el olor. Anotalo aquí:_____

- b) Todos tus compañeritos percibieron el olor al mismo tiempo. Si no fue así, ¿ Por qué crees que sucedió?.



- c) ¿ Podríamos volver a concentrar la fragancia en el recipiente inicial?¿Qué necesitaríamos para ello?

- d) En la siguiente imagen se muestra el paso de oxígeno de los pulmones a la sangre y de allí a las células de cuerpo.



- ¿ Cómo podrías compararlo con lo que ocurre con la fragancia?

ITEM 5: Concepto de ósmosis

Piensa en la siguiente situación y responde:

Si por algún motivo tuvieras que llevar el pececito de la imagen al mar y dejarlo allí,

¿ Qué crees que le pasaría?¿Por qué?



¿Qué diferencias encuentras entre ambos medios, la pecera y el mar?

¿ Qué le pasaría a sus células?. Dibujalo.



ITEM 6: Actitudes hacia la ciencia

¿En qué medida estás de acuerdo con las siguientes afirmaciones?

Marca sólo una casilla en cada fila.

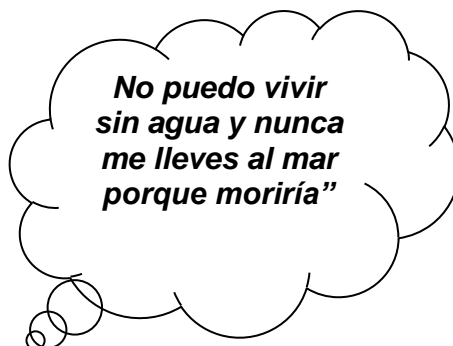
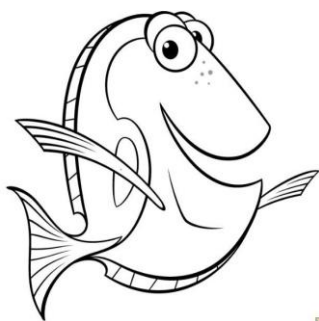
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Conozco la función de las membranas celulares.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es importante comprender el funcionamiento de las células.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existe relación entre los 2 fenómenos descritos y el funcionamiento celular.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es fácil para mí representar lo que pienso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En las clases aprendo cosas nuevas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.2 Guía I

		INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA DE AGUAS BLANCAS SITUACIÓN PROBLEMA GUIA I									
NOMBRES:						APELLIDOS:					
CURSO:		6	01	FECHA:		TEMA:					
ÁREA:		Ciencias Naturales		PERIODO:		I	DOCENTE:		Eliana Ramos		

Es el año 2085, el planeta Tierra se ha tornado invivible para la especie y sus habitantes han colonizado nuevos planetas. Luisa, tuvo que irse a un nuevo planeta con su familia, se llevó también su mascota: Un pececito.

En este nuevo planeta, no había peces, de hecho nadie los conocía, por lo que la mascota de Luisa, era la atracción de todos. Se sorprendían al ver cómo podía estar sumergido en agua sin morir, se sorprendían también de los cuidados de Luisa. Como todos querían verlo y llevárselo a casa, Luisa le puso el siguiente aviso, previendo que alguien lo robara:



Luisa fue llevada ante las autoridades de este nuevo planeta para explicarles porque debían hacer lo que decía el letrero, Luisa necesita tu ayuda, ¿Qué razones les darías?

Escribe aquí las razones que les darías a los científicos para explicarles el porqué del aviso.





1. ¿Qué diferencias crees que existen entre las células de los peces y las células de los humanos?

2. ¿Qué crees que le sucedería a las células del pez de Luisa al sumergirlo en agua de mar?

3. ¿Por qué el pez puede respirar en el agua y Luisa no?

4. Supón que das tus razones y los científicos no confían mucho en tus argumentos, ¿Cómo harías para demostrárselos a través de un experimento? (Recuerda que en este planeta no hay peces y las autoridades protegen a todos los animales)

7.3 Guía II

	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA DE AGUAS BLANCAS ¿POR QUÉ EL PEZ DE LUISA NO PUEDE VIVIR EN EL MAR? GUIA II CONCENTRACIÓN Y SEMIPERMEABILIDAD				
NOMBRES:				APELLIDOS:	
CURSO:	6	01	FECHA:	TEMA:	
ÁREA:	Ciencias Naturales		PERIODO:	II	DOCENTE: Eliana Ramos

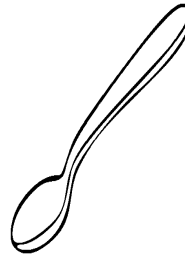
PARTE I: Concepto de concentración.

Actividad Inicial: ¿Cómo es el agua de mar? ¿Qué sustancias contiene? Consúltalo y anótalo aquí.



Fabrica tu propia agua de mar

El agua de mar es una solución. Puedes preparar tu propia agua de mar a partir de los siguientes materiales:



1. Toma 4 beaker y en cada uno de ellos coloca 50 mL de agua, añade sal de colores de la siguiente manera:


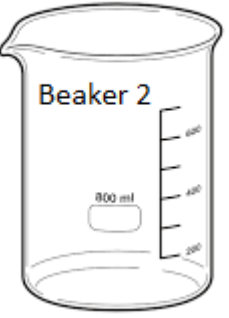
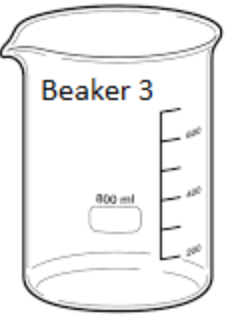
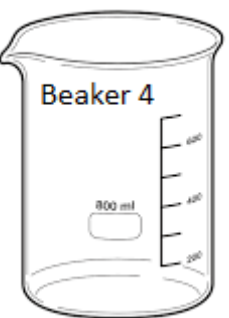
Beaker 1: 1 cucharada

Beaker 2: 3 cucharadas

Beaker 3: 5 cucharadas

Beaker 4: 7 cucharadas

2. Revuelve bien y completa la tabla, usa los colores para rellenar cada uno de los vasos de precipitado

	Sal (cucharadas)	Volumen de agua destilada (mL)	Total volumen (mL)
	1	100,0	100,0
	3	100,0	100,0
	5	100,0	100,0
	7	100,0	100,0

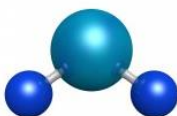
3. ¿Qué le pasa a la sal cuándo la colocas en agua? Podrías

escribir características de una solución

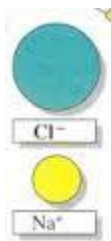


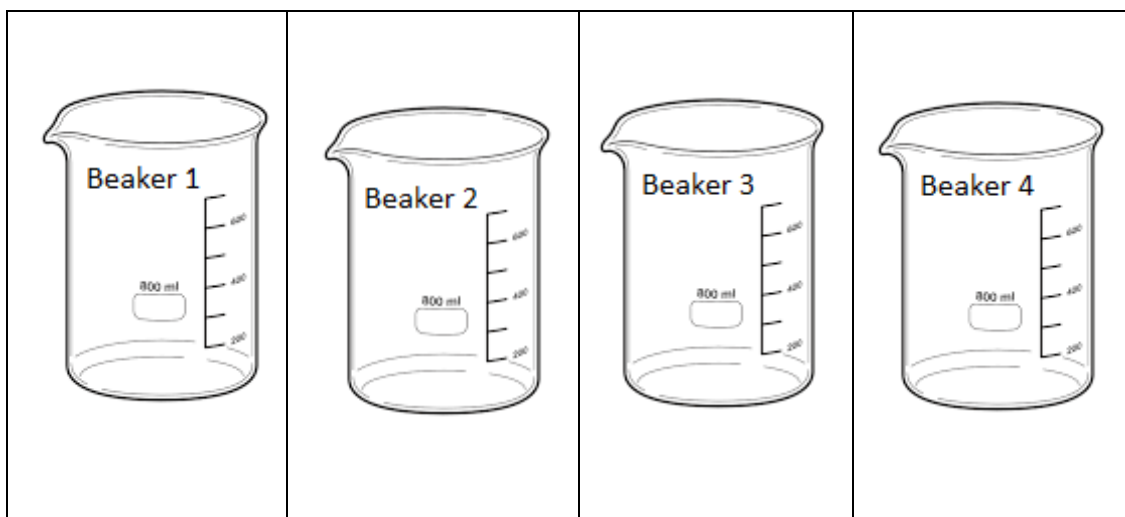
4. Representar en un dibujo la cantidad de sal presente en cada beaker.

Molécula de Agua (H_2O)



Cloruro de Sodio





5. Añade 50 mL de agua a cada vaso. ¿Cambia la cantidad de sal presente en la mezcla? ¿Varia el volumen de la solución?

Uso de simulador por parte del docente para reforzar el concepto de concentración :

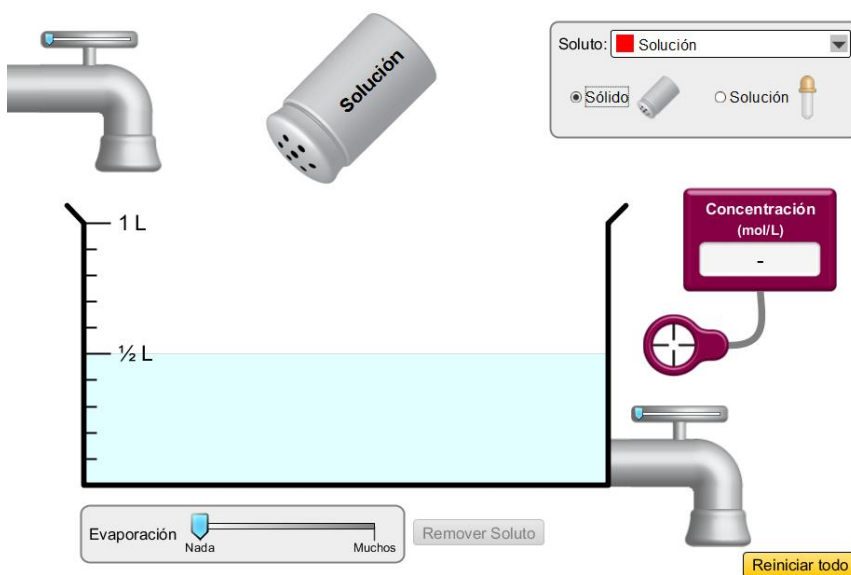


Figura 7-1 Simulador Concentración

Paso1: Verificar el cambio de coloración de la solución al adicionar sal.

Paso 2: Permitir la salida de agua de la llave y verificar el cambio en la concentración usando el instrumento de medida y el cambio en el color de la solución.

Paso 3: Hacer evaporar agua y verificar los cambios en la concentración y la coloración de la solución.

Evalúate:

1. ¿Por qué el agua con sal es una solución?



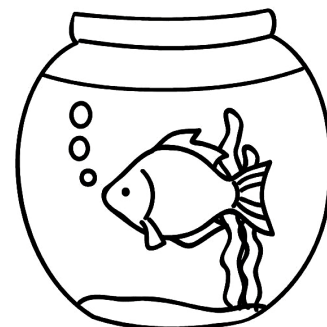
2. ¿Qué es concentración?

3. ¿En cuál beaker la solución estaba más concentrada? ¿Por qué?

4. Al adicionar agua la concentración de la solución aumenta o disminuye? ¿Por qué?

5. Si comparamos el pez de Luisa con su pecera, ¿Dónde crees que hay mayor concentración de sales?





Escribo las conclusiones de la clase:



1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

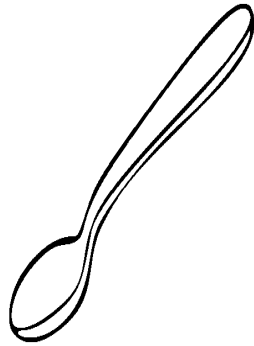
5. _____

PARTE II: Concepto de semipermeabilidad**Actividad inicial:**

1. ¿De dónde obtiene las células lo que necesita para realizar sus funciones? Consúltalo y escríbelo aquí.

¿Las células del pez de Luisa están en contacto con el agua del exterior (el mar o la pecera), esa agua puede entrar o salir de las células del pez? ¿las otras sustancias? Explica cómo.

Comprueba si las sustancias se mueven a través de las membranas:

Materiales:**Procedimiento:**

1. Con mucho cuidado, coloca en agua las membranas hasta que abran.
2. Toma un extremo de la membrana y sállalo con seda dental.
3. Con la jeringa, tomar agua y colocarla en el empaque sellado. Cierra el otro extremo, verificando que no haya ninguna pérdida de agua. Seca la membrana con la toalla de cocina.
4. En el beaker, coloca 2 cucharadas de colorante de comidas, revuelve bien.

5. Coloca la célula que armaste dentro del beaker.

Comenta con tu grupo lo que crees que sucede y anótalo:

6. Saca del vaso la célula que acabas de armar cada 10 minutos por 40 minutos y dibuja lo que observas.



10 minutos	
20 minutos	
30 minutos	
40 minutos	

Escribo las conclusiones de la clase:



1. _____



2. _____

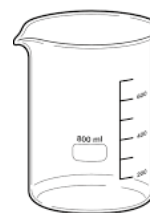
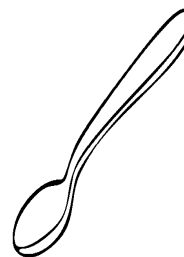
3. _____

4. _____

5. _____

7.4 Guía III

	INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA DE AGUAS BLANCAS ¿POR QUÉ EL PEZ DE LUISA NO PUEDE VIVIR EN EL MAR? GUIA III ÓSMOSIS				
NOMBRES:				APELLIDOS:	
CURSO:	6	01	FECHA:	TEMA:	
ÁREA:	Ciencias Naturales		PERIODO:	II	DOCENTE: Eliana Ramos

Parte I: Bolitas de jardinería.**Materiales:**

Coloca en un beaker varias bolitas de jardinería antes de ir a tu sesión de clase. Una vez allí prepara una solución con sal y sumerge allí las bolitas, cada 10 minutos sácalas y verifica lo que ocurrió. Dibuja en el cuadro de abajo lo que ocurrió con tus bolitas.

Tiempo: 10 minutos	Tiempo: 20 minutos	Tiempo: 30 minutos	Tiempo: 40 minutos

Parte II: Ósmosis en vegetales



Con tu equipo consigue los siguientes materiales y realiza la siguiente actividad:



1. Rotula los vasos de la siguiente manera: Vaso 1, Vaso 2, vaso 3, Vaso 4
2. Con ayuda de la jeringa mide 40 mL de agua en cada vaso.
3. Añade sal de la siguiente manera:

Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3	Vaso 4
0 cucharadas	1 cucharada	3 cucharadas	5 cucharadas.

4. Coloca luego en cada vaso una rodaja de papa.
5. Colócalos en un lugar seguro y llévalos a clase la mañana siguiente.

Escribo las conclusiones de la tarea:

1. ¿Qué le ocurrió a las rodajas de papa? Dibuja y explica.

Vaso 1	
Vaso 2	
Vaso 3	
Vaso 4	

2. ¿A qué crees que se debe lo que ocurrió?

3. Supongamos que las rodajas de papa son las células del pez, explica, ¿por qué el pez de Luisa no puede vivir en agua salada?



Evalúate:

Observa la imagen y responde las preguntas 1, 2 y 3. Marca A o B


☐

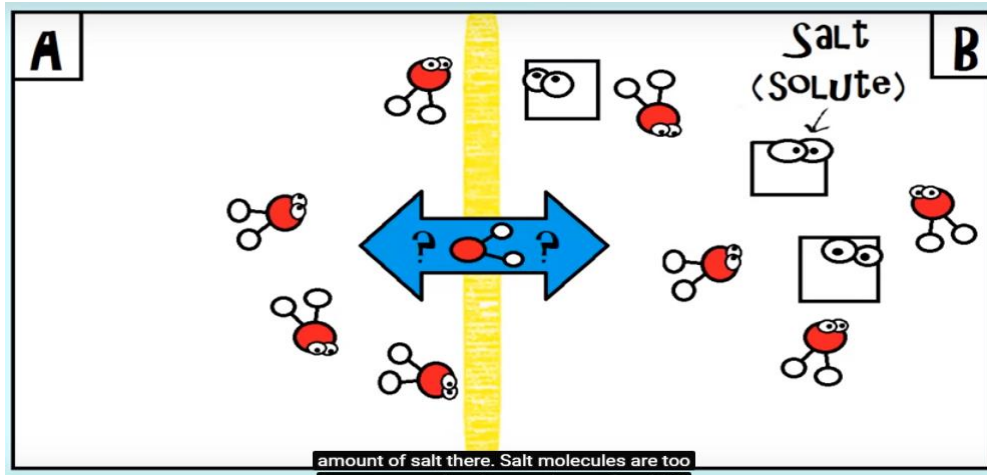
☐


Ilustración 1: Representación de movimiento de moléculas de agua. Fuente (sisters, 2014)

1. ¿Dónde hay mayor concentración de sales?

☐ A

☐ B

2. ¿Hacia dónde se mueven las moléculas de agua?

☐ A

☐ B

3. ¿Cuál de los dos es un medio hipertónico?

☐ A

☐ B

4. ¿Cuál de los dos es un medio hipotónico?

☐ A

☐ B

5. ¿Cuál de los dos compartimentos representa el agua de mar donde no podemos llevar al pez de Luisa?

☐ A



☐ B

6. ¿Cuál de los dos compartimentos representa las células del pez de Luisa?

☐ A

☐ B

7.5 Guía IV

	<p align="center">INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA DE AGUAS BLANCAS</p> <p align="center">¿POR QUÉ EL PEZ DE LUISA NO PUEDE VIVIR FUERA DEL AGUA? GUIA IV DIFUSIÓN</p>				
NOMBRES:				APELLIDOS:	
CURSO:	6	01	FECHA:	TEMA:	
ÁREA:	Ciencias Naturales		PERIODO:	II	DOCENTE: Eliana Ramos

Actividad Inicial:

¿Cómo respiran los peces? Consúltalo y escríbelo aquí.



Materiales:



Procedimiento:

1. Preparar la gelatina, calentando una taza de agua y disolver. Luego, adicionar una taza de agua fría y revolver bien. Dejar reposar. Colocar la gelatina en las cajas de Petri, cuidando que la profundidad de la placa que debe ser aproximadamente de 0,8 cm. Llevar al refrigerador por 30 minutos.
2. Una vez retirada la caja de Petri, hacer un corte con la pipeta y colocar un poco de colorante en el agujero. Se debe tener cuidado de hacer el orificio lo suficientemente lejos del borde para poder mirar el progreso de la mancha de tinta.
3. Una vez colocado el colorante en la caja de Petri, se debe colocar la tapa y medir el diámetro de la mancha en los siguientes tiempos: 0, 5, 10, 30, 60, 150 minutos, para realizar esto de manera más fácil toma fotos y luego realiza las medidas. A estos datos los llamaremos, distancia de difusión.
4. Repetir el experimento de difusión del colorante, pero esta vez calienta la caja de Petri con la gelatina y mide el diámetro de la mancha de colorante en los tiempos definidos en el ítem anterior.
5. Repetir el experimento de difusión, pero manteniendo la placa de Petri en el refrigerador, medir el diámetro de la mancha en los tiempos definidos en el ítem 3.

Responde:



I. A partir de la experiencia, ¿Qué es difusión?

II. ¿Cómo afectó la difusión del colorante la temperatura?

En una célula, ¿crees que la distancia que debe recorrer una sustancia afecte el tiempo de difusión?



Adaptado de:

http://www.biophysics.org/Portals/1/PDFs/Biophysics%20Week/LessonPlanDiffusion_122115sm.pdf

7.6 Test de salida

1ª. Supongamos que hay un vaso de precipitado lleno de agua y se añade una gota de colorante azul al vaso. Finalmente el agua toma un color azul claro. El proceso responsable de que el tinte azul quede distribuido uniformemente en toda el agua es:

- a) Ósmosis
- b) Difusión
- c) Una reacción entre el agua y el colorante.

1b. La razón de mi respuesta es:

- a) La falta de una membrana significa que la ósmosis y la difusión no pueden ocurrir.
- b) Hay movimiento de partículas entre regiones de diferentes concentraciones.
- c) El colorante se separa en partículas pequeñas y se mezcla con agua.
- d) El agua se mueve de una región a otra.

2ª. Durante el proceso de difusión, las partículas en general pasan de:

- a) Mayor a bajas concentraciones.
- b) Bajas a altas concentraciones.

2b. La razón de mi respuesta es:

- a) Hay demasiadas partículas “apiñadas” en un área, por lo tanto, se trasladan a una zona con más espacio.
- b) Es más probable que las partículas de la zona de mayor concentración reboten hacia otras áreas.
- c) Las partículas tienden a moverse hasta que las dos áreas sean isotónicas y luego dejan de moverse.
- d) Hay una mayor probabilidad de que las partículas se repelen entre sí.

3a. Una solución de glucosa puede hacerse más concentrada por:

- a) La adición de más agua.
- b) La adición de más glucosa.

3b. La razón para mi respuesta es:

- a) La mayor cantidad de agua que hay, se necesita más glucosa para saturar la solución.

- b) Concentración significa la disolución de alguna cosa.
- c) Se aumenta el número de partículas disueltas.
- d) Para que una solución sea más concentrada, hay que añadir más líquido.

4ª. Si se añade una pequeña cantidad de azúcar a un recipiente con agua y se deja reposar durante un largo período de tiempo sin agitar, las moléculas de azúcar:

- a) Se concentrarán en la parte inferior del envase.
- b) Se distribuirán uniformemente a lo largo del contenedor.

4b. La razón para mi respuesta es:

- a) Hay un movimiento de partículas de un lugar de alta concentración a uno de baja concentración.
- b) El azúcar es más pesado que el agua y se hundirá.
- c) El azúcar se disuelve poco o nada en el agua.
- d) Tendrá más tiempo para irse al fondo.

5ª. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, dos columnas de agua están separadas por una membrana a través de las cuales sólo el agua puede pasar. El lado 1 contiene colorante y agua. El lado 2 contiene agua pura. Después de 2 horas, el nivel de agua en el lado 1 será:

- a) Mayor
- b) Menor
- c) La misma altura

5b. La razón para mi respuesta es:

- a) El agua se moverá desde la solución hipertónica a la solución hipotónica.
- b) La concentración de moléculas en el lado 1
- c) El agua se convertirá en isotónica.
- d) El agua se mueve de baja a alta concentración.

6ª. En la el lado 1 es _____ al lado 2.

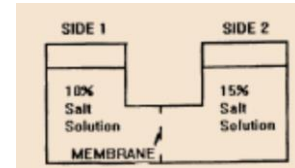
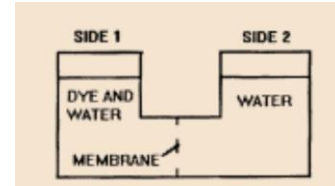
- a) Hipotónico.
- b) Hipertónico.
- c) Isotónico.

6b. El motivo de mi respuesta es:

- a) El agua es hipertónica a la mayoría de las cosas.
- b) Isotónico significa lo mismo.
- c) El agua se mueve desde un máximo a un mínimo.
- d) Hay un menor número de partículas disueltas en el lado 1

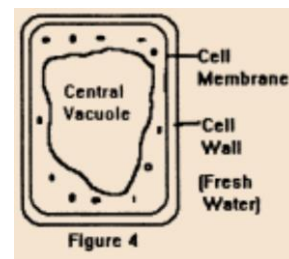
7ª. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** es una foto de una célula vegetal que vive en agua dulce. Si esta célula se coloca en un vaso de precipitados de solución de agua salada 25%, la vacuola central:

- a) Incrementaría su tamaño.
- b) Disminuiría su tamaño.
- c) No cambiaría su tamaño.



7b. La razón para mi respuesta es:

- a) La sal absorbe agua de la vacuola central.
- b) El agua se moverá desde la vacuola a la solución de agua salada.
- c) La sal entrará en la vacuola.
- d) solución de sal fuera de la célula no puede afectar la vacuola dentro de la célula.



8ª. Supongamos que usted mató a la célula vegetal en la figura 4 con veneno y coloca la célula muerta en una 25% de sal solución de agua. Osmosis y difusión podrían:

- a) No ocurre
- b) Continúa.
- c) Sólo difusión continuaría
- d) Sólo ósmosis continuaría

8b. La razón para mi respuesta es:

- a) La célula podría dejar de funcionar.
- b) La célula no tiene que estar vivo.
- c) La ósmosis no es al azar, mientras que la difusión es un proceso aleatorio.
- d) La ósmosis y la difusión necesitan energía celular.

9a. Todas las membranas celulares son:

- a) semipermeable
- b) Permeable

9b. La razón para mi respuesta es:

- a) Permiten pasar algunas sustancias.
- b) Permiten que algunas sustancias que entran, pero algunas sustancias salgan.
- c) La membrana requiere nutrientes para vivir.
- d) Ellas permiten que todos los nutrientes pasen

8 Bibliografía

(s.f.).

(s.f.).

Barrutia, M., Artacho, C., Díaz, J., Pérez, J., & Redondo, B. (2002). Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad. *Anales de Biología*, 201-207.

BSCS. (Julio de 2006). *BSCS A SCIENCE EDUCATION CURRICULUM STUDY*. Recuperado el 21 de Mayo de 2016, de BSCS A SCIENCE EDUCATION CURRICULUM STUDY: http://bscs.org/sites/default/files/_media/about/downloads/BSCS_5E_Executive_Summary.pdf

Camacho, J., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz, T., & Rodríguez, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 196-212.

Colorado, U. d. (s.f.). *Phet interactive simulations*. Recuperado el 17 de Mayo de 2016, de <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/concentration>

Eichman, P. (1999). From the Lipid Bilayer to the Fluid Mosaic: A Brief History of Membrane Models. *Resource Center for Sociology, History and Philosophy in Science Teaching*.

Endow, S., & Adam, R. (2015). *Biophysical Society*. Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de Biophysical Society: http://www.biophysics.org/Portals/1/PDFs/Biophysics%20Week/LessonPlanDiffusion_122115sm.pdf

Fanjul, M., & Hiriart, M. (2008). *Biología funcional de los animales I*. México: Siglo XXI editores.

Gagliardi, R. (1985). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Investigación y Experiencias didácticas*, 30-35.

- Herrán, M. I. (20 de Junio de 2014). *Repositorio Institucional UN*. Obtenido de Repositorio Institucional UN: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12965/1/7810012.2014.pdf>
- <https://phet.colorado.edu/es/simulation/concentration>. (s.f.).
- <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/concentration>. (s.f.).
- Icfes. (Mayo de 2007). *Colombia aprende*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de Colombia aprende: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf
- Icfes. (Mayo de 2007). *Colombia aprende*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de Colombia aprende: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf
- ICFES (Dirección). (2015). *Saber 3º, 5º, 7º y 9º - Conoce lo que se evalúa en Ciencias Naturales* [Película].
- ICFES (Dirección). (2015). *Saber 3º, 5º, 7º y 9º - Conoce lo que se evalúa en Ciencias Naturales* [Película].
- Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. (2010). *Centro Virtual de técnicas didácticas*. Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de Centro Virtual de técnicas didácticas: http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/historia.htm
- Joglar, C., Quintanilla, M., Ranaval, E., & Brunstein, J. (2011). El Desarrollo Histórico del Modelo Científico de Membrana Plasmática: perspectivas didácticas. *I Encuentro Iberoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias – I IEPEC*, 10-11.
- Lorduy, O. (14 de Abril de 2015). *Repositorio Institucional UN*. Obtenido de Repositorio Institucional UN: <http://www.bdigital.unal.edu.co/47902/1/7383196.2015.pdf>
- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*.

- MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: MEN.
- My father's world*. (27 de Enero de 2007). Recuperado el 25 de Mayo de 2016, de My father's world: <http://board.mfwbooks.com/viewtopic.php?f=24&t=3923>
- Narváez, E. (9 de Abril de 2015). *Repositorio Universitario UN*. Recuperado el 23 de Mayo de 2016, de Repositorio Universitario UN: <http://www.bdigital.unal.edu.co/47584/>
- Novak, J., & Gowing, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez-Roca.
- Odom, A. L. (1995). Secondary & College Biology Students' Misconceptions About Diffusion & Osmosis. *The American Biology Teacher*, 409-415.
- Parisi, M. (2001). *Temas de Biofísica*. Santiago: Mc-Graw-Hill/ Interamericana de Chile Ltda.
- Patel, A. (2012). *WKU*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de WKU: http://digitalcommons.wku.edu/stu_hon_theses/367/
- Perales, F. (1993). La revisión de problemas: Una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 170-178. Obtenido de Universidad autónoma de Barcelona.
- Perales, F. (Enero de 2010). *Researchgate*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/28308519_La_resolucion_de_problemas_en_la_didactica_de_las_ciencias_experimentales
- Polanco, M. (Junio de 2011). *Biblioteca digital Univalle*. Recuperado el 19 de Mayo de 2016, de Biblioteca digital Univalle: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8638/1/Resoluci%C3%B3n%20de%20situaciones%20problemas%20en%20la.pdf>
- Polanco, M. (2011). Resolución de situaciones problema en la enseñanza de las Ciencias . Un estudio de analisis. *EDUCyT*, 123-138.
- Purves, W., Sadava, D., & Gordon, H. O. (2003). *Vida, La ciencia de la Biología*. Panamericana.

- Robert Parson, T. L. (s.f.). <https://phet.colorado.edu/services/download-servlet?filename=%2Factivities%2F3968%2FConcentration+Annotated+Lecture+Slides.pdf>.
- Rodríguez, M. L. (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/ aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 123-149.
- Sigüenza, A. M. (1990). Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la Biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 223-230.
- University of Delaware. (s.f.). Recuperado el 10 de mayo de 2016, de <http://www.udel.edu/inst/>
- Valledupar, C. d. (26 de Mayo de 2016). *Contraloría de Valledupar*. Obtenido de Contraloría de Valledupar: [ontraloriavalledupar.gov.co/DescargasCMV/Informes_Macro/INFORME_AMBIENTAL_2011_MUNICIPIO_DE_VALLEDUPAR.pdf](http://contraloriavalledupar.gov.co/DescargasCMV/Informes_Macro/INFORME_AMBIENTAL_2011_MUNICIPIO_DE_VALLEDUPAR.pdf)
- Vasquez, R. (2002). *Termodinámica Biológica*. México: AGT Editor S.A.